

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-159504

(43)Date of publication of application : 16.06.2005

---

(51)Int.Cl. H04B 7/10  
H01Q 3/26  
H04B 7/06  
H04B 7/08  
H04B 7/26  
// H04B 1/707

---

(21)Application number : 2003-  
391865

(71)Applicant : HITACHI KOKUSAI  
ELECTRIC INC

(22)Date of filing : 21.11.2003

(72)Inventor : ABE TATSUYA  
HASEGAWA NORIAKI

---

## (54) BASE STATION EQUIPMENT

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a base station equipment in which good antenna directivity control can be carried out even during the establishment of synchronization with a mobile station device or immediately after the establishment of synchronization.

SOLUTION: A correlation value detecting means D1-DN detects a value related to correlation between a predetermined signal corresponding a preamble signal and a received signal for each antenna A1-ANa position detecting means E1-EN2 detects a position in the received signal where the predetermined signal is included based the detection resultsan arriving angle detecting means 3 detects the arriving angle of the received signal based on the detection results of the correlation value at the detected positiona directivity control wireless communication means 5F1-FN generates the weight of each antenna based on the detection results and multiplies a signal being communicated by each of the plurality of antennas by the weight of each antenna thus performing wireless communication while controlling the directivity of the plurality of antennas as whole.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

Have two or more antennas carry out the multiplication of the weight for every antenna to a signal which communicates by each of an antenna of these plurality and it has the function of an antenna of these plurality to control directivity as a whole and to perform radio. In a base station device which receives a signal including a preamble signal for establishes synchronizations transmitted by radio from a mobile station

It has a preamble signal correlation value detecting means which detects a value about correlation with a predetermined signal and an input signal corresponding to a preamble signal for every antenna

A preamble signal position detection means to detect a position in which a preamble signal is included in an input signal based on a detection result by a preamble signal correlation value detecting means about two or more antennas

A preamble signal angle-of-arrival degree detection means to detect the degree of angle of arrival of an input signal about a position detected by a preamble signal position detection means based on a detection result by a preamble signal correlation value detecting means about two or more antennas

Weight for every antenna is generated based on a detection result by a preamble signal angle-of-arrival degree detection means. The multiplication of the weight for every antenna was carried out to a signal which communicates by each of two or more antennas and it had a directive control wireless communication means of an antenna of these plurality which controls directivity as a whole and performs radio. A base station device characterized by things.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention for example about the base station device which communicates by a mobile station and radio using an adaptive array antenna (AAA: Adaptive Array Antenna). It is related with the base station device which performs good antenna directivity control the inside of establishment contemporary with a mobile station and immediately after establishment especially.

[Background of the Invention]

[0002]

For example in the mobile communication system which adopts a code division multiple access (CDMA: Code Division Multiple Access) method etc. communicating a signal by radio between a base station device a mobile station etc. is performed. Having an adaptive array antenna which comprises two or more antennas for example and controlling the directivity of the antenna at the time of wireless transmission and radio receiving by a base station device is performed (for example refer to patent documents 1.).

The example of composition of the base station device provided with the adaptive

array antenna is shown in drawing 4. N is predetermined two or more values. The antennas A1-AN the RF (Radio Frequency) receivers B1-BN with which the base station device shown in the figure was equipped Slide correlator (SC) C1-CN transmission weight multiplier F1 - FN The composition and operation of RF transmitters G1-GN the code generating part 1 for back-diffusion of gas the angle-of-arrival degree primary detecting element 4 the sending-signal generation part 6 the spread code generating section 7 and the complex multiplier 8 For example it is the same as that of each corresponding treating part with which the base station device shown in drawing 1 was equipped and after [ expedient ] explaining drawing 4 and drawing 1 have shown these treating parts using the same numerals from from. Based on the degree of average angle of arrival for which the angle-of-arrival degree primary detecting element 4 asks the transmission weight control section 21 of the base station device shown in drawing 4 determines the transmission weight of each antennas A1-AN by the Wiener solution and outputs it to each transmission weight multiplier F1 - FN. The transmission directivity of the adaptive array antenna which comprises by this the N antennas A1-AN which are plurality is controlled.

Thus in the conventional adaptive array antenna based on the signal received with two or more antennas A1-AN the degree of angle of arrival of an input signal is presumed by the Wiener solution the optimal transmission weight is determined and the main beam is transmitted to the direction of a user (for example mobile station).

[0003]

[Patent documents 1] JP2003-78332A

[Nonpatent literature 1] "4. common channel synchronization" and "NTT DoCoMo Technical journal" the Telecommunications Association issue 2001 Vol.9 No.1 p.71-74

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0004]

However in the conventional adaptive array antenna. Since the degree of angle of arrival of the signal from the new user concerned is unknown immediately after establishing a new user and synchronization The base station device had to output the beam towards the omnidirection to the new user immediately after an establishes synchronization and thereby the interference to other users might become large and it might cause a fall or connection interrupt of capacity. Since the transmission weight of an antenna was determined without taking into consideration the interference from other users to the direction of a new user immediately after an establishes synchronization the receiving quality of the new user immediately after an establishes synchronization might become inferior. In view of such a conventional situation it succeeded in this invention and an object of this invention is to provide the base station device which can perform good antenna directivity control the inside of establishment contemporary with a mobile station and immediately after establishment for example.

[Means for Solving the Problem]

[0005]

In order to attain the above-mentioned purpose in a base station device concerning this invention. Have two or more antennas carry out the multiplication of the weight for every antenna to a signal which communicates by each of an antenna of these plurality and it has the function of an antenna of these plurality to control directivity as a whole and to perform radio. In composition which receives a signal including a preamble signal for establishes synchronizations transmitted by radio the following processings are performed from a mobile station.

Namely a preamble signal correlation value detecting means detects a value about correlation with a predetermined signal and an input signal corresponding to a preamble signal for every antenna. Based on a detection result according [ a preamble signal position detection means ] to a preamble signal correlation value detecting means about two or more antennas a position in which a preamble signal is included in an input signal is detected. A preamble signal angle-of-arrival degree detection means about a position detected by a preamble signal position detection means. Based on a detection result by a preamble signal correlation value detecting means about two or more antennas the degree of angle of arrival of an input signal (here it is the same as the degree of angle of arrival of a preamble signal) is detected. And a directive control wireless communication means generates weight for every antenna based on a detection result by a preamble signal angle-of-arrival degree detection means. The multiplication of the weight for every antenna is carried out to a signal which communicates by each of two or more antennas. Directivity is controlled as the whole antenna of these plurality and radio is performed.

Therefore since the degree of angle of arrival of an input signal from a mobile station is detected based on a preamble signal for establishes synchronizations received from a mobile station and the directivity of communication by weight for every antenna is controlled based on the detection result concerned. For example good antenna directivity control can be performed the inside of establishment contemporary with a mobile station and immediately after establishment. Thereby from the time of an establishes synchronization with a mobile station or immediately after an establishes synchronization it can be got blocked weight for every antenna can be controlled according to a preamble signal being received and radio which controlled directivity can be performed.

[0006]

Here various numbers may be used as the number of two or more antennas.

As communication transmission may be performed and reception may be performed.

As weight for every antenna a weight of transmission may be used and weight of reception may be used.

Various signals may be used as a preamble signal for establishes synchronizations.

As a predetermined signal corresponding to a preamble signal used by preamble signal correlation value detecting means the same signal as a preamble signal can be used for example.

As a value about correlation with a predetermined signal and an input signal corresponding to a preamble signal a value which can use a correlation value of

these two signals that is expressed height of a correlation degree for example can be used.

[0007]

It is the following and an example of composition concerning this invention is shown further.

As an example of 1 composition a preamble signal correlation value detecting means for every antenna shifts and acquires timing which takes correlation for a correlation value of a predetermined signal and an input signal which are in agreement with a preamble signal about I ingredient and a Q component.

As an example of 1 composition a preamble signal position detection means has an electrification means to acquire the sum (IQ component square value sum) of a square value of a correlation value of I ingredient and a square value of a correlation value of a Q component about a correlation value of I ingredient and a correlation value of a Q component which are detected by a preamble signal correlation value detecting means.

As an example of 1 composition a preamble signal position detection means Predetermined receiving S/N about a preamble signal is acquired and it has a peak judging means which detects a position exceeding a position or a predetermined threshold whose receiving S/N concerned is beyond a predetermined threshold as a position in which a preamble signal is included in an input signal. Here various values may be used as a predetermined threshold.

As an example of 1 composition as a receiving S/N about a preamble signal (1) For every sampling point of the IQ component square value sum of a predetermined signal and an input signal corresponding to a preamble signal, totaling the IQ component square value sum concerned about two or more antennas -- (2) -- a place whose total value concerned is a sampling point used as the maximum as a candidate of a position of a preamble signal setting a total value (the maximum concerned) in the position concerned to s -- (3) -- a result value which ~~is~~ (ed) again a value which totaled a total value in all the sampling points in a total of all the sampling points is set to n and it computes as (4) and receiving  $S/N = s/n$ .

As an example of 1 composition a preamble signal angle-of-arrival degree detection means detects phase rotation of a receiving preamble signal from a value about correlation about two adjoining antennas and detects the degree of angle of arrival from the phase rotation concerned. When there is two or more combination of two adjoining antennas for example average value of the degree of angle of arrival is detected by equalizing phase rotation or the degree of angle of arrival about combination of these plurality.

For example this invention can be applied to mobile communication systems such as a portable telephone system and a personal handy phone system (PHS: Personal Handy phone System).

This invention for example A time division multiple access (TDMA: Time Division Multiple Access) method It is possible to apply to a Frequency-Division-Multiple-Access (FDMA: Frequency Division Multiple Access) method and a communication method with various code division multiple access (CDMA) methods etc.

[0008]

It is the following and an example of composition of further others is explained.

As an example of 1 composition have two or more antennas carry out the multiplication of the weight for every antenna to a signal which communicates by each of an antenna of these plurality and it has the function of an antenna of these plurality to control directivity as a whole and to perform radio in a base station device which receives a signal transmitted by radio from a mobile station

An input-signal angle-of-arrival degree detection means to detect the degree of angle of arrival of an input signal

A variation detecting means between angle-of-arrival degree hours which detects time variation of the degree of angle of arrival detected by an input-signal angle-of-arrival degree detection means

According to size relation of time variation of the degree of angle of arrival detected by a variation detecting means between angle-of-arrival degree hours and a predetermined threshold change a weight generation system and weight for every antenna is generated. The multiplication of the weight for every antenna is carried out to a signal which communicates by each of two or more antennas and it is a directive control wireless communication means of an antenna of these plurality which controls directivity as a whole and performs radio

It is possible to carry out a base station device characterized by preparation

\*\*\*\*\*.

Here various values may be used as a predetermined threshold.

Various methods may be used as a weight generation system.

[0009]

As an example of 1 composition a variation detecting means between angle-of-arrival degree hours. An angle-of-arrival degree memory measure which memorizes the degree of angle of arrival of an input signal detected by an input-signal angle-of-arrival degree detection means. It comprises a difference detection means between angle-of-arrival degree hours which detects a difference of the degree of angle of arrival of an input signal memorized by angle-of-arrival degree memory measure and the degree of angle of arrival of an input signal detected by an input-signal angle-of-arrival degree detection means after that as time variation of the degree of angle of arrival.

As an example of 1 composition a directive control wireless communication means has a variation judging means between angle-of-arrival degree hours which compares size relation of time variation of the degree of angle of arrival detected by a variation detecting means between angle-of-arrival degree hours and a predetermined threshold.

As an example of 1 composition a directive control wireless communication means. When time variation of the degree of angle of arrival detected by a variation detecting means between angle-of-arrival degree hours is beyond a predetermined threshold or in exceeding a predetermined threshold it uses a \*\*\*\*\* amplitude method, an omnidirectional communication method or a method of other comparatively large directions (angle) as a weight generation system.

As an example of 1 compositiona directive control wireless communication meansWhen time variation of the degree of angle of arrival detected by a variation detecting means between angle-of-arrival degree hours is less than a predetermined thresholdor in being below a predetermined thresholdit uses the Wiener solution method or a method of other comparatively narrow directions (angle) as a weight generation system.

[Effect of the Invention]

[0010]

In [ carry out the multiplication of the weight for every antenna to the signal which communicates by each of two or more antennas according to the base station device concerning this invention as explained aboveand ] the composition of the antenna of these plurality which controls directivity as a whole and performs radioIt faces receiving a signal including the preamble signal for establishes synchronizations transmitted by radio from a mobile stationThe value (preamble signal correlation value) about correlation with the predetermined signal and input signal corresponding to a preamble signal is detected for every antennaThe position in which a preamble signal is included in an input signal based on the detection result concerned about two or more antennas is detectedthe degree of angle of arrival of an input signal based on the detection result of the preamble signal correlation value about two or more antennas about the detected position concerned[ detect and ] Carry out the multiplication of the weight for every antenna to the signal which communicates by each of two or more antennascontrol directivity as the whole antenna of these pluralitywere made to perform radioaccumulate [ based on the detection result concernedgenerate the weight for every antenna] itand for exampleGood antenna directivity control can be performed the inside of establishment contemporary with a mobile stationand immediately after establishment.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0011]

The example concerning this invention is described with reference to drawings. Firstwith reference to drawing 3an example of the method of angle-of-arrival degree presumption in an adaptive array antenna is explained. Four antenna (antenna element) #1 - #4 have shown drawing 3 the composition located in a line on the straight line at intervals of dand antenna #of \*\* 1st 1 is made into the starting pointi.e.the center of a phase. In 1st antenna #1it is assumed that the complex zone signal  $v_1(t)$  shown in the formula 1 is received. Heret expresses times (t) expresses a complex baseband signaland omega expresses each frequency of a subcarrier.

[0012]

[Equation 1]

[0013]

If the degree of angle of arrival is set to  $\theta$  as shown in drawing 3 the path difference  $a$  shown in the formula 2 will occur in antenna #of \*\* 1st 1 and antenna #of \*\* 2nd 2. When the path difference  $a$  is minus it means that an incoming wave arrives early more.

[0014]

[Equation 2]

[0015]

The difference  $\tau$  of the time of concentration by the above-mentioned path difference  $a$  is shown like the formula 3 using the velocity of light  $c$  and the wavelength  $\lambda$  of a subcarrier.  $c = (\omega - \lambda) / (2\pi)$

[0016]

[Equation 3]

[0017]

Then the signal  $v_2(t)$  received by antenna #of \*\* 2nd 2 is shown like the formula 4.

[0018]

[Equation 4]

[0019]

Although it cannot ignore to the cycle of a subcarrier since it can fully ignore to the modulation period of signal  $s(t)$  the arrival time interval  $\tau$  can be approximated like the formula 5.

[0020]

[Equation 5]

[0021]

By the way on a frequency axis since a complex zone signal is only what shifted a complex baseband signal by carrier frequency it can express character of a complex zone signal with character of a complex baseband signal. Then if a zone signal is considered by an equivalent low-pass system changed into a baseband signal equivalent. An input signal of antenna #of \*\* 1st 1 is expressed like the complex baseband signal  $x_1(t)$  shown in the formula 6 and an input signal of antenna #of \*\* 2nd 2 is expressed like complex baseband signal  $x_2(t)$  shown in the formula 7.

[0022]



[Equation 6]

[0023]

[Equation 7]

[0024]

Therefore the phase rotation difference  $\phi$  of antenna # of \*\* 1st 1 and antenna # of \*\* 2nd 2 is shown like the formula 8.

[0025]

[Equation 8]

[0026]

Therefore the degree  $\theta$  of angle of arrival is expressed like the formula 9. The degree  $\theta$  of angle of arrival is similarly obtained from a phase rotation difference of antenna # of \*\* 2nd 2 and antenna # of \*\* 3rd 3 and a phase rotation difference of antenna # of \*\* 3rd 3 and antenna # of \*\* 4th 4.

[0027]

[Equation 9]

[0028]

Next in the radio of the base station device of a mobile communication system and mobile station which adopt a CDMA system an example of a method which specifies transmit timing and a spread code is shown.

that is the preamble signal included in the signal of the random access channel (RACH) by which wireless transmission is carried out from a mobile station (terminal) by a preamble correlation part in a base station device [detect and ]

Using the information channel (BCH) on the 1st common control physical channel (P-CCPCH) wireless transmission of the transmit timing and the spread code which should be used to a mobile station is carried out and they are notified. On the other hand in a mobile station wireless transmission of the signal of a random access channel is carried out using the transmit timing and the spread code which were notified from the base station device. An information channel is a channel of the transport layer by which the code multiple was carried out on the physical channel.

In this example a spread code which carries out correlative processing in a slide correlator (SC) and a preamble correlation part of a base station device by such a

method is specified A time range (window of path searching) where a preamble signal transmitted by new user (this example mobile station) is received by a base station device is pinpointed.

[Example 1]

[0029]

A base station device concerning the 1st example of this invention is explained. An example of composition of a base station device of this example provided with an adaptive array antenna is shown in drawing 1.

The N antennas A1-AN whose base station devices of this example are plurality and N RF receivers B1-BN, N slide correlator (SC) C1-CN and the N preamble correlation parts D1-DN, the N electrification parts E1-EN and N transmission weight multiplier F1 - FN(s). It has N RF transmitters G1-GN, code generating parts 1 for back-diffusion of gas, peak judgment parts 2, preamble angle-of-arrival degree primary detecting elements 3, the angle-of-arrival degree primary detecting element 4, the transmission weight control section 5, the sending-signal generation part 6, the spread code generating section 7 and the complex multiplier 8. Herein this example, by regular intervals, the antennas A1-AN of N book arrange linearly and are arranged. And the adaptive array antenna comprises the antennas A1-AN of these plurality arranged in space. Each treating part which it has N pieces supports the antennas A1-AN of N book. N antenna processors are constituted.

[0030]

An example of the function of each treating part with which the base station device of this example was equipped is shown.

The 1st antenna A1 has the function to receive the wireless band signal transmitted from the mobile station and a function which transmits a wireless band signal to a mobile station. It has the same function also about the 2nd antenna A2 - the Nth antenna AN respectively.

1st RF receiver B1 has a function which changes and outputs the wireless band signal received by the 1st antenna A1 to a complex baseband signal. It has the same function respectively also about 2nd RF receiver B-2 - Nth RF receiver BN. The code generating part 1 for back-diffusion of gas has a function which generates the numerals for back-diffusion of gas for restoring to the complex baseband signal outputted from each of N RF receivers B1-BN to a narrow band signal by back-diffusion of gas.

The 1st slide correlator C1 has a function which carries out back-diffusion of gas of the complex baseband signal outputted from 1st RF receiver B1 with the numerals for back-diffusion of gas outputted from the back-diffusion-of-gas code generating part 1 and outputs a demodulation signal a spread code cycle. the [ the 2nd slide correlator C2 - ] -- it has the same function also about the slide correlator CN of N respectively. In this example, in the N slide correlators C1-CN, back-diffusion of gas is carried out respectively and it outputs to the same timing.

The inside of N demodulation signals with which the angle-of-arrival degree primary detecting element 4 is simultaneously outputted from the N slide correlators C1-CN After searching for a phase rotation difference from the combination of the demodulation signal of the adjoining antennas it has the function to average the degree of angle of arrival of the individual (N-1) obtained by performing changing the phase rotation difference concerned into the degree of angle of arrival about all the combination and to ask for the degree of average angle of arrival.

[0031]

The 1st preamble correlation part D1 has the function to carry out back-diffusion of gas of the preamble signal from the new user received by the 1st antenna A1 and 1st RF receiver B1 to carry out it by all the sampling points in a predetermined search range and to calculate the correlation value of a preamble signal. the [ the 2nd preamble correlation part D2 - ] -- it has the same function also about the preamble correlation part DN of N respectively. Each preamble correlation part D1-DN can be constituted using a matched filter for example.

The 1st electrification part E1 has the function to ask for the correlation power of the correlation value in which back-diffusion of gas was carried out by the 1st preamble correlation part D1 by all the sampling points in a search range. the [ the 2nd electrification part E2 - ] -- it has the same function also about the electrification part EN of N respectively.

The peak judgment part 2 has a function which outputs the detection position of a preamble when receiving S/N which measured and measured predetermined receiving S/N of the preamble from N correlation power called for by the N electrification parts D1-DN is larger than the value defined beforehand.

When the detection position of the preamble outputted from the peak judgment part 2 is received the preamble angle-of-arrival degree primary detecting element 3 Every one-piece correlation value of a total of N pieces is taken out from the N preamble correlation parts D1-DN in the preamble detection position concerned it performing changing the phase rotation difference concerned into the degree of preamble angle of arrival about all the combination and after searching for the phase rotation difference of a preamble signal from the combination of the correlation value of the antennas which adjoined among the correlation values of these N pieces It has the function to average the degree of preamble angle of arrival of the obtained individual (N-1) and to ask for the degree of average preamble angle of arrival. In this example the 1st antenna A1 and 2nd antenna A2 adjoin the combination of the antenna which the 2nd antenna A2 and 3rd antenna A3 adjoin and ...and the antenna A (N-1) and the Nth antenna AN of  $\ast (N-1)$  adjoin and adjoins generally -- a passage (N-1) -- it is .

[0032]

The transmission weight control section 5 generates a response vector and a correlation matrix from the degree of average preamble angle of arrival detected by the degree of average angle of arrival and the preamble angle-of-arrival degree primary detecting element 3 which are detected by the angle-of-arrival degree

primary detecting element 4 It has the function to determine the transmission weight of the N antennas A1-AN with the Wiener solution which carried out the multiplication of the complex conjugate of the response vector concerned to the inverse matrix of the correlation matrix concerned.

The sending-signal generation part 6 has a function which generates the signal transmitted to a mobile station.

The spread code generating section 7 has a function which generates the spread code for extending the zone of the sending signal generated by the sending-signal generation part 6.

The complex multiplier 8 has a function which carries out complex multiplication of the sending signal outputted from the sending-signal generation part 6 and the spread code generated by the spread code generating section 7 and outputs it.

1st transmission weight multiplier F1 has a function which carries out complex multiplication of the transmission weight to the 1st antenna A1 determined by the transmission weight control section 5 and the diffusion sending signal outputted from the complex multiplier 8 and outputs the result. the [ the 2nd transmission weight multiplier F2 - ] -- it has the same function also about the transmission weight multiplier FN of N respectively.

1st RF transmitter G1 changes the output from 1st transmission weight multiplier F1 into a wireless band signal and it has a function which carries out wireless transmission of the signal concerned with the 1st antenna A1. It has the same function respectively also about 2nd RF transmitter G2 - Nth RF transmitter GN. [0033]

An example of the operation performed by the base station device of this example is shown.

First the complex zone signal received with the 1st antenna A1 is changed into a complex baseband signal with 1st RF receiver B1. Similarly the complex zone signal received by each of the 2nd antenna A2 - the Nth antenna AN is changed into a complex baseband signal by 2nd RF receiver B-2 - each of Nth RF receiver BN. Next back-diffusion of gas of the complex baseband signal outputted from 1st RF receiver B1 is carried out with the 1st slide correlator C1 by the numerals for back-diffusion of gas generated by the code generating part 1 for back-diffusion of gas and a demodulation signal is outputted. Similarly the complex baseband signal outputted from 2nd RF receiver B-2 - each of Nth RF receiver BN the numerals for back-diffusion of gas generated by the code generating part 1 for back-diffusion of gas -- the [ the 2nd slide correlator C2 - ] -- back-diffusion of gas is carried out by each of the slide correlator CN of N and a demodulation signal is outputted. Here the N slide correlators C1-CN are arranged in order to detect the degree of angle of arrival of an input signal.

Back-diffusion of gas is carried out to the same timing for all.

That is the phase rotation according to the path difference of the received antennas A1-AN is included in the demodulation signal outputted from the N slide correlators C1-CN.

[0034]

Then in the angle-of-arrival degree primary detecting element 4 complex multiplication of the complex conjugate of the demodulation signal outputted from the 1st slide correlator C1 and the demodulation signal outputted from the 2nd slide correlator C2 is carried out. The phase rotation difference by the path difference of the 1st antenna A1 and the 2nd antenna A2 is searched for and the phase rotation difference concerned is further changed into the degree of angle of arrival of an input signal by the operation based on the above-mentioned formula 9. Similarly complex multiplication of the complex conjugate of the demodulation signal outputted from the 2nd slide correlator C2 and the demodulation signal outputted from the 3rd slide correlator C3 is carried out. It changes into the degree of angle of arrival of an input signal in quest of the phase rotation difference by the path difference of the 2nd antenna A2 and 3rd antenna A3. Complex multiplication of the complex conjugate of the demodulation signal outputted from ... and the slide correlator C (N-1) of  $(N-1)$  and the demodulation signal outputted from the Nth slide correlator CN is carried out. As it changes into the degree of angle of arrival of an input signal in quest of the phase rotation difference by the path difference of the antenna A (N-1) of  $(N-1)$  and the Nth antenna AN, it asks for the degree of angle of arrival based on the phase rotation difference between the two antennas concerned based on the output from two slide correlators corresponding to two antennas which adjoin mutually. And the result (the degree of average angle of arrival) of having averaged the degree of angle of arrival of the obtained individual (N-1) is searched for and let the degree of average angle of arrival concerned be a final angle-of-arrival degree point estimate of an input signal.

[0035]

The time range received with a base station device about the preamble signal transmitted by the new user in this example is known. Then the 1st preamble correlation part D1 about the baseband signal outputted from 1st RF receiver B1. Back-diffusion of gas is performed by all the sampling points in the search range where the preamble signal from a new user may be received and the correlation value (preamble correlation value) of a preamble signal is calculated. the same -- the [ the 2nd preamble correlation part D2 - ] -- each of the preamble correlation part DN of N. About the baseband signal outputted from 2nd RF receiver B-2 -- each of Nth RF receiver BN back-diffusion of gas is performed by all the sampling points in the search range where the preamble signal from a new user may be received and the correlation value (preamble correlation value) of a preamble signal is calculated.

Next the 1st electrification part E1 asks for the correlation power of the correlation value by which back-diffusion of gas was carried out by the 1st preamble correlation part D1 by all the sampling points in a search range. the same -- the [ the 2nd electrification part E2 - ] -- each of the electrification part EN of N -- the [ the 2nd preamble correlation part D2 - ] -- it asks for the correlation power of the correlation value by which back-diffusion of gas was carried out by each of the preamble correlation part DN of N by all the sampling points in a

search range. In this example correlation power is called for as the sum of the square of the in-phase component (I ingredient) of a correlation value and the square of a quadrature component (Q component).

[0036]

Then the peak judgment part 2 all adds the correlation power for which it asked in the N electrification parts E1-EN for every sampling point and asks for the correlation power per N antennas (per N antenna correlation power). Per N antenna concerned about correlation power detect the sampling point which has the maximum and it is regarded as the detection position (preamble detection position) of a preamble signal. It is considered that the maximum concerned is the received power (per N antenna preamble received power) of the preamble signal per N antennas. Division of the total about each sampling point of correlation power is done by the number of the sampling points concerned per said N antenna and it is considered that the result is the receiving noise electric power per N antennas (per N antenna receiving noise electric power). Division of the preamble received power is done with receiving noise electric power per said N antenna per said N antenna and it is considered that the result is receiving S/N of a preamble signal. And when the receiving S/N concerned is larger than the value defined beforehand it becomes final and conclusive as what detected the preamble signal. Only when detection of a preamble signal is become final and conclusive the information on said preamble detection position is outputted.

[0037]

When the information on said preamble detection position is outputted from the peak judgment part 2 the preamble angle-of-arrival degree primary detecting element 3 is the preamble detection position concerned and takes out the correlation value of a total of N pieces from each of the N preamble correlation parts D1-DN. Here since back-diffusion of gas of all of the correlation value concerned of N pieces is carried out to the same timing the phase rotation according to the path difference of the received antennas A1-AN is included in the correlation value concerned of N pieces. And complex multiplication of the complex conjugate of the correlation value taken out from the 1st preamble correlation part D1 and the correlation value taken out from the 2nd preamble correlation part D2 is carried out. The phase rotation difference by the path difference of the 1st antenna A1 and the 2nd antenna A2 is searched for and the phase rotation difference concerned is further changed into the degree of angle of arrival of an input signal by the operation based on the above-mentioned formula 9. Similarly complex multiplication of the complex conjugate of the correlation value taken out from the 2nd preamble correlation part D2 and the correlation value taken out from the 3rd preamble correlation part D3 is carried out. It changes into the degree of angle of arrival of an input signal in quest of the phase rotation difference by the path difference of the 2nd antenna A2 and 3rd antenna A3. Complex multiplication of the complex conjugate of the correlation value taken out from ... and the preamble correlation part D (N-1) of  $(N-1)$  and the correlation value taken out from the Nth preamble correlation part DN is carried

outAs it changes into the degree of angle of arrival of an input signal in quest of the phase rotation difference by the path difference of the antenna A (N-1) of \*\* (N-1)and the Nth antenna ANIt asks for the degree of angle of arrival based on the phase rotation difference between the two antennas concerned based on the output from two preamble correlation parts corresponding to two antennas which adjoin mutually. And the result (the degree of average preamble angle of arrival) of having averaged the degree of angle of arrival of the obtained individual (N-1) is searched forand let the degree of average preamble angle of arrival concerned be a final angle-of-arrival degree point estimate of a preamble signal.

[0038]

Complex multiplication of the sending signal generated by the sending-signal generation part 6 and the spread code generated by the spread code generating section 7 is carried out with the complex multiplier 8that isthe sending signal concerned diffuses it with the spread code concernedand N transmission weight multiplier F1 – FN pass through itrespectivelyand they are outputted all at once. The degree of average angle of arrival called for in the angle-of-arrival degree primary detecting element 4 and the degree of average preamble angle of arrival called for in the preamble angle-of-arrival degree primary detecting element 3 are inputted into the transmission weight control section 4.

The transmission weight control section 4 determines the transmission weight of each antennas A1–AN with the Wiener solutionfor example based on both the degrees of average angle of arrival and the degrees of average preamble angle of arrival which are inputted[ both / one side or ] transmission weight [ similarly as opposed to / output the transmission weight to the 1st antenna A1 to 1st transmission weight multiplier F1and / each of the 2nd antenna A2 – the Nth antenna AN ] -- the [ the 2nd transmission weight multiplier F2 – ] -- the transmission weight multiplier FN of N passesrespectivelyand it outputs. The Wiener solution generates a response vector and a correlation matrix from said degree of average angle of arrivalor said degree of average preamble angle of arrivalcan carry out the multiplication of the complex conjugate of the response vector concerned to the inverse matrix of the correlation matrix concernedand can ask it for itfor example.

The sending signal with which the multiplication of the transmission weight was carried out by 1st transmission weight multiplier F1 is changed into a complex zone signal from a complex baseband signal with 1st RF transmitter G1and is outputted from the 1st antenna A1. the same -- the [ the 2nd transmission weight multiplier F2 – ] -- the sending signal with which the multiplication of the transmission weight was carried out by each of the transmission weight multiplier FN of Nbeing changed into a complex zone signal from a complex baseband signal by each of 2nd RF transmitter G2 – Nth RF transmitter GN -- the [ the 2nd antenna A2 – ] -- it is outputted from each of antenna A3 of N.

[0039]

As mentioned abovewith the base station device of this examplehe is a user (in this example.) under connectionfor example. While presuming the degree of angle

of arrival to a mobile station to compensate for establishes synchronization processing with a new user the degree of angle of arrival of the signal from the new user concerned is presumed and the transmission weight of an adaptive array antenna is controlled based on this.

Therefore by presuming the degree of angle of arrival from a new user in process of an establishes synchronization in the base station device of this example and determining transmission weight by the Wiener solution During an establishes synchronization interference of other users to the direction of a new user can be suppressed and the receiving quality of the new user immediately after an establishes synchronization can be raised. Since it becomes controllable [ which turns the main beam from immediately after an establishes synchronization to the direction of a new user ] the interference to other users can be reduced. Thus from immediately after an establishes synchronization in the base station device of this example can determine the optimal transmission weight to a new user and by this The interference to other new users of a user and the interference to a user with other new users can be suppressed a fall and connection interrupt of capacity can be avoided and while raising a new user's receiving quality from immediately after an establishes synchronization the interference to other users can be reduced.

[0040]

The preamble signal correlation value detecting means is constituted from a base station device of this example by the function of the preamble correlation parts D1-DN The preamble signal position detection means is constituted by the function of the electrification parts E1-EN and the function of the peak judgment part 2 The preamble signal angle-of-arrival degree detection means is constituted by the function of the preamble angle-of-arrival degree primary detecting element 3 and the directive control wireless communication means is constituted by the function of the transmission weight control section 5 and the function of transmission weight multiplier F1 - FN.

The electrification means is constituted by the function of the electrification parts E1-EN and the peak judging means is constituted from a base station device of this example by the function of the peak judgment part 2.

[Example 2]

[0041]

The base station device concerning the 2nd example of this invention is explained. The example of composition of the base station device of this example provided with the adaptive array antenna is shown in drawing 2.

The N antennas H1-HN whose base station devices of this example are plurality and N RF receivers J1-JN (N-1) The complex multipliers K1-K (N-1) of an individual and the angle conversion machines L1-L (N-1) of an individual (N-1) It has the N transmission weight multipliers M1-MN N RF transmitters O1-ON equalizing sections 11 registers 12 subtractors 13 the judgment part 14 the transmission weight control section 15 and the sending-signal generation part 16. Herein this example by regular interval the antennas H1-HN of N book arrange



linearly and are arranged. And the adaptive array antenna comprises the antennas H1–HN of these plurality arranged in space.  
 Each treating part which it has N pieces supports the antennas H1–HN of N book.  
 N antenna processors are constituted.

[0042]

An example of the function of each treating part with which the base station device of this example was equipped is shown.

The 1st antenna H1 has the function to receive the wireless band signal transmitted from the mobile station and a function which transmits a wireless band signal to a mobile station. It has the same function also about the 2nd antenna H2 – the Nth antenna HN respectively.

1st RF receiver J1 has a function which changes and outputs the wireless band signal received by the 1st antenna H1 to a complex baseband signal. It has the same function respectively also about 2nd RF receiver J2 – Nth RF receiver JN.

The 1st complex multiplier K1 has a function which carries out complex multiplication of the complex conjugate of the output from the 1st output and 2nd RF receiver J2 from RF receiver J1. Similarly each of the 2nd complex multiplier K2 – the complex multiplier K (N–1) of \*\* (N–1) It has a function which carries out complex multiplication of the output from each of 2nd RF receiver J2 – RF receiver [ of \*\* (N–1) ] J (N–1) and the complex conjugate of the output from each of 3rd RF receiver J3 – Nth RF receiver JN.

The 1st angle conversion machine L1 has the function to change into an angle the complex multiplication result outputted from the 1st complex multiplier K1. the [ the 2nd angle conversion machine L2 – ] -- it has the same function also about the angle conversion machine LN of N respectively.

[0043]

The equalizing section 11 has the function to search for the result (average angle) of having averaged the angle called for with the angle conversion machines L1–L (N–1) of the individual (N–1).

The register 12 has the function to store the average angle called for by the equalizing section 11 for every predetermined time interval.

The subtractor 13 has a function which subtracts the average angle called for by the equalizing section 11 from the average angle stored in the register 12 for every predetermined time interval.

The judgment part 14 calculates the absolute value of the subtraction result by the subtractor 13 and outputs the control signal which makes the same transmission weight of the control signal H1–HN i.e. all the transmission antennas which makes transmission weight \*\*\*\*\* amplitude when the absolute value concerned is larger than a predetermined value as active (effective) When that is not right it has a function which outputs the control signal concerned as inactive (invalid).

After the transmission weight control section 15 asks for the arrival directions of an input signal based on the average angle called for by the equalizing section

11When the control signal outputted from the judgment part 14 is active, transmission weight is determined with \*\*\*\*\* amplitude and when that is not right, it has the function to determine transmission weight with the Wiener solution.

[0044]

The sending-signal generation part 16 has a function which generates the signal transmitted to a mobile station.

The 1st transmission weight multiplier M1 has a function which carries out complex multiplication of the transmission weight to the 1st antenna H1 determined by the transmission weight control section 15 and the sending signal outputted from the sending-signal generation part 16 and outputs the result. the [ the 2nd transmission weight multiplier M2 - ] -- it has the same function also about the transmission weight multiplier MN of N respectively.

1st RF transmitter O1 changes the output from the 1st transmission weight multiplier M1 into a wireless band signal and it has a function which carries out wireless transmission of the signal concerned with the 1st antenna H1. the [ 2nd RF transmitter O2 - ] -- it has the same function also about RF transmitter ON of N respectively.

[0045]

An example of the operation performed by the base station device of this example is shown.

First, the complex zone signal received with the 1st antenna H1 is changed into a complex baseband signal with 1st RF receiver J1. Similarly, the complex zone signal received by each of the 2nd antenna H2 - the Nth antenna HN is changed into a complex baseband signal by each of 2nd RF receiver J2 - Nth RF receiver JN. Next, complex multiplication of the complex conjugate of the complex baseband signal outputted from 1st RF receiver J1 and the complex baseband signal outputted from 2nd RF receiver J2 is carried out with the 1st complex multiplier K1. By changing the result into an angle with the 1st angle conversion machine L1, the phase rotation difference by the path difference of the signal received with the 1st antenna H1 and the signal received with the 2nd antenna H2 is searched for. Similarly, the complex conjugate of the complex baseband signal outputted from each of 2nd RF receiver J2 - RF receiver [ of \*\* (N-1) ] J (N-1) and the complex baseband signal outputted from each of 3rd RF receiver J3 - Nth RF receiver JN. By carrying out complex multiplication by each of the 2nd complex multiplier K2 - the complex multiplier K (N-1) of \*\* (N-1) and changing the result into an angle by each of the 2nd angle conversion machine L2 - the complex multiplier L (N-1) of \*\* (N-1). The phase rotation difference by the path difference of the signal received by each of the 2nd antenna H2 - the antenna H (N-1) of \*\* (N-1) and the signal received by each of the 3rd antenna H3 - the Nth antenna HN is searched for.

[0046]

Then, the phase rotation difference of the individual (N-1) for which it asked is averaged by the equalizing section 11 and the average result concerned is

searched for as average phase rotational difference by the path difference between the adjoining antennas.

Next said average phase rotational difference is stored in the register 12 with a predetermined time interval. It can simultaneously subtracts the newest average phase rotational difference from the average phase rotational difference of the past stored in the register 12 concerned immediately before with the subtractor 13. The subtraction result concerned is searched for as an amount of change of the average phase rotational difference in a predetermined time interval.

Here as a mobile station carries out high speed movement of the amount of change of said average phase rotational difference to angular orientation depending on change of the degree of angle of arrival from a mobile station, the amount of change of said average phase rotational difference also becomes larger. Then when the absolute value concerned is larger than a predetermined value after the judgment part 14 changes the amount of change of said average phase rotational difference into an absolute value. It considers that the movement speed to the angular orientation of a mobile station is quick and a control signal is activated and is outputted so that transmission weight may be determined with \*\*\*\*\* amplitude with the wide main beam width. On the contrary when said absolute value is smaller than a predetermined value, the judgment part 14. It considers that transmission weight is able to fully follow to change of the arrival directions from a mobile station and a control signal is made inactive and outputted so that S/N of a main beam direction may determine transmission weight with the large Wiener solution.

[0047]

Said average phase rotational difference is inputted also into the transmission weight control section 15.

After the transmission weight control section 15 asks for the arrival directions of an input signal by the operation based on the above-mentioned formula 9 using the average phase rotational difference inputted. When the control signal from the judgment part 14 is active, the transmission weight of each antennas H1–HN is determined with \*\*\*\*\* amplitude and when the control signal from the judgment part 14 is inactive, the transmission weight of each antennas H1–HN is determined with the Wiener solution. The Wiener solution generates a response vector and a correlation matrix from said arrival directions, can carry out the multiplication of the complex conjugate of the response vector concerned to the inverse matrix of the correlation matrix concerned and can ask it for it for example.

And the transmission weight control section 15 outputs the transmission weight to the 1st antenna H1 to the 1st transmission weight multiplier M1, transmission weight [ as opposed to / similarly / each of the 2nd antenna H2 – the Nth antenna HN ] -- the [ the 2nd transmission weight multiplier M2 – ] -- the transmission weight multiplier MN of N passes respectively and it outputs.

[0048]

The sending-signal generation part 16 generates the signal to transmit and the N transmission weight multipliers M1–MN pass through it respectively and they are outputted all at once.

And the sending signal to which the multiplication of the transmission weight was carried out with the 1st transmission weight multiplier M1 is changed into a complex zone signal from a complex baseband signal with 1st RF transmitter O1 and is outputted from the 1st antenna H1. the same -- the [ the 2nd transmission weight multiplier M2 - ] -- the sending signal with which the multiplication of the transmission weight was carried out by each of the transmission weight multiplier MN of Nthe [ 2nd RF transmitter O2 - ] -- it is changed into a complex zone signal from a complex baseband signal by RF transmitter ON of N and is outputted from each of the 2nd antenna H2 - the Nth antenna HN.

[0049]

As mentioned above, transmission weight is determined according to the movement speed of the angular orientation of a mobile station and the antenna directivity of an adaptive array antenna is controlled by the base station device of this example. Therefore, in the base station device of this example, for example, when the movement speed of the angular orientation of a mobile station is quick, even if the flatness of transmission weight is not enough by determining transmission weight with \*\*\*\* amplitude with the wide main beam width, high transmission of S/N can be comparatively performed in the mobile station direction, and large degradation of the receiving quality in a mobile station can be avoided. Thus, it is possible to correspond appropriately to the abrupt change of the arrival directions of an electric wave. Although the movement speed of angular orientation had composition using the method of \*\*\*\* amplitude to the quick mobile station in this example, other methods with the wide main beam width may be used as other examples of composition.

Although the beam forming of an adaptive array antenna may not meet the deadline to the mobile station where it moves at a high speed which changes an angle (for example, a direction) rapidly as a concrete example among the mobile stations which a base station device accommodates, such a problem is solvable when the time variation of an angle (for example, a direction) in which a mobile station is located takes out a beam with the base station device of this example to an omnidirection to the mobile station exceeding a threshold. In this example, when the time variation of an angle (for example, a direction) in which a mobile station is located exceeds a threshold, it is judged that it is a high speed.

[0050]

The input-signal angle-of-arrival degree detection means is constituted from a base station device of this example by the function of the complex multipliers K1-K (N-1), the function of the angle conversion machines L1-L (N-1), and the function of the equalizing section 11. The variation detecting means between angle-of-arrival degree hours is constituted by the function of the register 12 and the function of the subtractor 13. The directive control wireless communication means is constituted by the function of the judgment part 14, the function of the transmission weight control section 15, and the function of the transmission weight

multipliers M1–MN.

The angle-of-arrival degree memory measure is constituted by the function of the register 12 the difference detection means between angle-of-arrival degree hours is constituted by the function of the subtractor 13 and the variation judging means between angle-of-arrival degree hours is constituted from a base station device of this example by the function of the judgment part 14.

[0051]

Here the comparative example over the base station device of this example shown in drawing 2 is explained.

For example in the base station device of this example shown in drawing 2 the base station device concerning this comparative example serves as composition and operation which generate transmission weight by a method (for example Wiener solution) with the always same transmission weight control section 15 without having the register 12 the subtractor 13 and the judgment part 14.

However in a base station device the Wiener solution determines the optimal transmission weight in quest of the degree of angle of arrival of an input signal based on the signal received from two or more antennas and it faces transmitting a signal. When the mobile station is moving at high speed near the base station device the degree of angle of arrival of an input signal may be changed rapidly. In the base station device concerning this comparative example if such a thing arises, flatness of transmission weight stops meeting the deadline; it becomes impossible to turn the main beam in the mobile station direction; a null will be turned in the mobile station direction depending on the case; and the receiving quality of a mobile station will deteriorate substantially.

On the other hand by changing the method which detects the movement speed of the angular orientation of a mobile station and generates transmission weight in the base station device of this example according to the detected movement speed the flatness nature of transmission weight can be raised at the time of the high speed movement of a mobile station and degradation of the receiving quality of a mobile station can be suppressed.

[0052]

The convergence speed of the transmission weight in the adaptive array antenna with which the base station device of this example was equipped and the variation speed of the arrival directions of the signal from a mobile station are explained.

First in the base station device of this example transmission weight is determined using estimation algorithms such as a RLS (Recursive Least Squares) algorithm and an LMS (Least Mean Square) algorithm.

Roughly in an RLS algorithm the updating type of  $w_1(m)$  as shown in the formula 10 is used. The error signal  $e_1(m)$  is expressed like the formula 11.

[0053]

[Equation 10]

[0054]

[Equation 11]

[0055]

Roughly with an LMS algorithm the updating type of  $w_2(m)$  as shown in the formula 12 is used. The error signal  $e_2(m)$  is expressed like the formula 13.

[0056]

[Equation 12]

[0057]

[Equation 13]

[0058]

Here if  $N$  is made into an element number the computational complexity of an RLS algorithm and an LMS algorithm turns into quantity which is proportional to  $N^2$  and  $N$  respectively and it is realistic at this point to adopt an LMS algorithm in an adaptive array antenna with many element numbers. However it receives that the update rate to each element is controlled by RLS by correlation-matrix  $R_{xx}^{-1}(m)$  of an input signal vector. In LMS the update rate is determined by the size of the error signal and as for step constant  $\mu$  since it is fixed at every element of a weight vector or which time convergence speed deteriorates as compared with RLS. That is with an LMS algorithm the degree of convergence changes with values of step constant  $\mu$ .

[0059]

For example the degree of change of arrival directions changes with distance from the base station device of a mobile station. Supposing the mobile station is moving to the angular orientation of a base station device as an example at 90 km/h (25 m of = speed per second) when the mobile station is 5 km away from the base station device the variation  $\theta$  of the arrival directions of 1 second after (5 km) is expressed by the formula 14.

On the other hand when the mobile station is only 100 m away from the base station device the variation  $\theta$  of the arrival directions of 1 second after (100 m) is expressed by the formula 15 and the variation of arrival directions becomes quite large.

[0060]

[Equation 14]

[0061]

[Equation 15]

[0062]

For example when flattery nature is improved to all high-speed mobile devices interference of other YUZAHE may become large and may cause a fall and connection interrupt of capacity. For this reason only when the variation of the arrival directions which exist near the base station device and may happen as an example when the movement speed to the angular orientation of a mobile station is quick is detected it is possible to have composition which is made into \*\*\*\*\* amplitude (or Omni transmission). In this composition since the transmission power near the base station device may be small its interference of other YUZAHE is small and it can usually make low a possibility of causing connection interrupt. In this example even if the main beam and the direction of a mobile device are inharmonious unless the abrupt change of arrival directions is detected that flattery of the transmission weight by an LMS algorithm etc. is realized stands by.

[0063]

Can also carry out the base station device which combined composition as shown in drawing 1 and composition as shown in drawing 2 as an example and in such a base station device. It seems that Omni beam transmission by an indirectional pattern can be performed as opposed to a high-speed mobile station as explained with reference to drawing 2 while performing transmission weight control based on signal transmission other than a preamble signal or a preamble signal as explained with reference to drawing 1.

As the angle-of-arrival degree primary detecting element 4 by which it is shown to drawing 1 it is possible as an example to constitute using the same treating part as the complex multipliers K1-K (N-1) of an individual and the angle conversion machines L1-L (N-1) of an individual (N-1) which are shown in drawing 2 (N-1) and the portion which comprises the one equalizing section 11.

[0064]

Hereas composition of the base station device concerning this invention etc. it may not necessarily be restricted to what was shown above but various composition may be used. This invention can also be provided [ also providing as a recording medium etc. which record the program and the program concerned for realizing the method or the method and such a method and the method which perform processing concerning this invention for example or ] as various devices or a system possible.

As field of application of this invention it is not necessarily restricted to what was shown above but this invention can be applied to various fields.

As various kinds of processings performed in the base station device concerning this invention etc. For example the composition controlled when a processor

executes the control program stored in ROM (Read Only Memory) in hardware resources provided with a processor a memory etc. may be used. It may be constituted as hardware circuitry where each function means for performing the processing concerned for example became independent.

In this invention it can also grasp as the recording medium which can be read or the program (very thing) concerned by computers which stored the above-mentioned control programs such as a floppy (registered trademark) disk and CD (Compact Disc)-ROM. The control program concerned is inputted into a computer from the recording medium concerned and a processor is performed.

Therefore processing concerning this invention can be made to carry out.

#### [Brief Description of the Drawings]

[0065]

[Drawing 1] It is a figure showing the example of composition of the base station device concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the example of composition of the base station device concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 3] It is a figure showing an example of the relation between an incoming wave and path difference.

[Drawing 4] It is a figure showing the example of composition of the base station device provided with the adaptive array antenna.

#### [Description of Notations]

[0066]

A1-ANH1 - HN .. An antenna  
B1-BNJ1 - JN .. RF receiver  
C1-CN .. A slide correlator and  
D1-DN .. Preamble correlation part  
E1-EN .. An electrification part  
F1 - FNM1 - MN .. Transmission weight multiplier  
G1-GNO1 - ON .. An RF transmitter  
K1-K (N-1)8 .. Complex multiplier  
L1-L (N-1) .. An angle conversion machine and  
1 .. The code generating part for back-diffusion of gas  
2 [ .. A transmission weight control section  
6 16 / .. A sending-signal generation part and  
7 / .. A spread code generating section and  
11 / .. An equalizing section and  
12 / .. A register and  
13 / .. A subtractor and  
14 / .. Judgment part] .. A peak judgment part and  
3 .. A preamble angle-of-arrival degree primary detecting element and  
4 .. An angle-of-arrival degree primary detecting element and  
5 15 21

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

#### [Brief Description of the Drawings]

[0065]

[Drawing 1] It is a figure showing the example of composition of the base station device concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the example of composition of the base station device concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 3] It is a figure showing an example of the relation between an incoming



wave and path difference.

[Drawing 4] It is a figure showing the example of composition of the base station device provided with the adaptive array antenna.

---

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-159504

(P2005-159504A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005. 6. 16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F 1	テーマコード (参考)
HO 4 B 7/10	HO 4 B 7/10 A	5 J 0 2 1
HO 1 Q 3/26	HO 1 Q 3/26 Z	5 K 0 2 2
HO 4 B 7/06	HO 4 B 7/06	5 K 0 5 9
HO 4 B 7/08	HO 4 B 7/08 D	5 K 0 6 7
HO 4 B 7/26	HO 4 B 7/26 D	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-391865 (P2003-391865)	(71) 出願人	000001122
(22) 出願日	平成15年11月21日 (2003. 11. 21)		株式会社日立国際電気
			東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 〇 号
		(74) 代理人	100098132
			弁理士 守山 辰雄
		(74) 代理人	100114937
			弁理士 松本 裕幸
		(72) 発明者	阿部 達也
			東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 〇 号
			株式会社日立国際電気内
		(72) 発明者	長谷川 徳明
			東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 〇 号
			株式会社日立国際電気内
		F ターム (参考)	5J021 AA04 AA05 AA07 DB01 EA04 FA16 GA00 HA05
			最終頁に続く

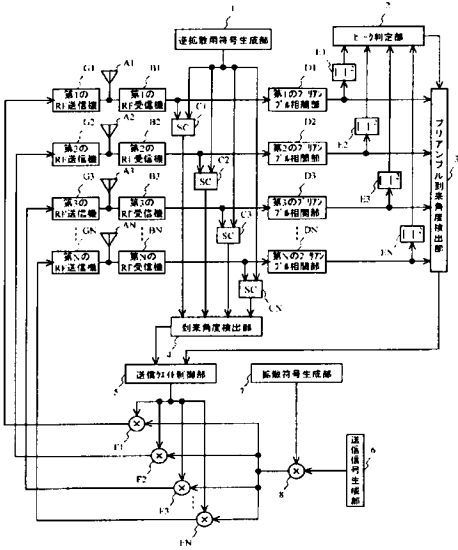
(54) 【発明の名称】 基地局装置

(57) 【要約】

【課題】 基地局装置で、移動局装置との同期の確立中や確立直後においても、良好なアンテナ指向性制御を行う。

【解決手段】 それぞれのアンテナ A 1 ～ A N 毎に相関値検出手段 D 1 ～ D N がプリアンブル信号に対応する所定の信号と受信信号との相関に関する値を検出し、位置検出手段 E 1 ～ E N、2 が当該検出結果に基づいて受信信号中でプリアンブル信号が含まれる位置を検出し、到来角度検出手段 3 が当該検出位置について前記相関値の検出結果に基づいて受信信号の到来角度を検出し、指向性制御無線通信手段 5、F 1 ～ F N が当該検出結果に基づいてアンテナ毎のウェイトを生成して、複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウェイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数のアンテナを備え、これら複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウェイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う機能を有し、移動局装置から無線により送信される同期確立用のプリアンプル信号を含む信号を受信する基地局装置において、

それぞれのアンテナ毎に、プリアンプル信号に対応する所定の信号と受信信号との相関に関する値を検出するプリアンプル信号相関値検出手段を備え、

更に、複数のアンテナについてのプリアンプル信号相関値検出手段による検出結果に基づいて受信信号中でプリアンプル信号が含まれる位置を検出するプリアンプル信号位置検出手段と、

プリアンプル信号位置検出手段により検出される位置について、複数のアンテナについてのプリアンプル信号相関値検出手段による検出結果に基づいて受信信号の到来角度を検出するプリアンプル信号到来角度検出手段と、

プリアンプル信号到来角度検出手段による検出結果に基づいてアンテナ毎のウェイトを生成して、複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウェイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う指向性制御無線通信手段と、を備えた、

ことを特徴とする基地局装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、例えば、アダプティブアレイアンテナ（A A A : Adaptive Array Antenna）を用いて移動局装置と無線により通信する基地局装置に関し、特に、移動局装置との同期の確立中や確立直後においても、良好なアンテナ指向性制御を行う基地局装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

例えば、符号分割多元接続（C D M A : Code Division Multiple Access）方式などを採用する移動通信システムでは、基地局装置と移動局装置などとの間で信号を無線により通信することが行われる。基地局装置では、例えば、複数のアンテナから構成されるアダプティブアレイアンテナを備えて、無線送信時や無線受信時におけるアンテナの指向性を制御することが行われる（例えば、特許文献 1 参照。）。 30

図 4 には、アダプティブアレイアンテナを備えた基地局装置の構成例を示してある。なお、N は、所定の複数值である。

同図に示される基地局装置に備えられたアンテナ A 1 ~ A N、R F（Radio Frequency）受信機 B 1 ~ B N、スライディングコリレータ（S C）C 1 ~ C N、送信ウェイト乗算器 F 1 ~ F N、R F 送信機 G 1 ~ G N、逆拡散用符号生成部 1、到来角度検出部 4、送信信号生成部 6、拡散符号生成部 7、及び複素乗算器 8 の構成や動作は、例えば、図 1 に示される基地局装置に備えられた対応する各処理部と同様であり、これらの処理部については説明の便宜上から図 4 と図 1 とで同一の符号を用いて示してある。 40

図 4 に示される基地局装置の送信ウェイト制御部 2 1 は、到来角度検出部 4 により求められる平均到来角度に基づいて、ウィーナー解により各アンテナ A 1 ~ A N の送信ウェイトを決定して各送信ウェイト乗算器 F 1 ~ F N へ出力する。これにより、複数である N 個のアンテナ A 1 ~ A N から構成されるアダプティブアレイアンテナの送信指向性が制御される。

このように、従来のアダプティブアレイアンテナでは、複数のアンテナ A 1 ~ A N により受信した信号に基づいて受信信号の到来角度を推定し、ウィーナー解によって最適な送信ウェイトを決定してユーザ（例えば、移動局装置）の方向に対して主ビームを送信する。

## 【0003】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2003-78332号公報

【非特許文献1】“4. 共通チャネル同期”、「NTT DoCoMo テクニカルジャーナル」、社団法人電気通信協会発行、2001年、Vol. 9、No. 1、p. 71-74

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来のアダプティブアレイアンテナでは、新規なユーザと同期を確立した直後においては当該新規なユーザからの信号の到来角度が不明であるため、基地局装置は同期確立直後の新規なユーザに対しては全方位へ向けてビームを出力しなければならない  
10  
、これにより、他のユーザへの干渉が大きくなって容量の低下又は接続断を招くことがあった。また、同期確立直後においては、新規なユーザの方向への他のユーザからの干渉が考慮されないでアンテナの送信ウエイトが決定されるため、同期確立直後における新規なユーザの受信品質が劣悪となることがあった。

本発明は、このような従来の事情に鑑み為されたもので、例えば、移動局装置との同期の確立中や確立直後においても、良好なアンテナ指向性制御を行うことができる基地局装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明に係る基地局装置では、複数のアンテナを備え、これら複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウエイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う機能を有し、移動局装置から無線により送信される同期確立用のプリアンブル信号を含む信号を受信する構成において、次のような処理を行う。  
20

すなわち、それぞれのアンテナ毎に、プリアンブル信号相関値検出手段が、プリアンブル信号に対応する所定の信号と受信信号との相関に関する値を検出する。また、プリアンブル信号位置検出手段が、複数のアンテナについてのプリアンブル信号相関値検出手段による検出結果に基づいて、受信信号中でプリアンブル信号が含まれる位置を検出する。また、プリアンブル信号到来角度検出手段が、プリアンブル信号位置検出手段により検出される位置について、複数のアンテナについてのプリアンブル信号相関値検出手段による検出結果に基づいて、受信信号の到来角度（ここでは、プリアンブル信号の到来角度と同じ）を検出する。そして、指向性制御無線通信手段が、プリアンブル信号到来角度検出手段による検出結果に基づいてアンテナ毎のウエイトを生成して、複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウエイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う。  
30

従って、移動局装置から受信される同期確立用のプリアンブル信号に基づいて移動局装置からの受信信号の到来角度が検出されて、当該検出結果に基づいてアンテナ毎のウエイトによる通信の指向性が制御されるため、例えば、移動局装置との同期の確立中や確立直後においても、良好なアンテナ指向性制御を行うことができる。これにより、移動局装置との同期確立時や同期確立直後から、つまり、プリアンブル信号が受信されることに  
40  
応じて、アンテナ毎のウエイトを制御することができ、指向性を制御した無線通信を行うことができる。

【0006】

ここで、複数のアンテナの数としては、種々な数が用いられてもよい。

また、通信としては、送信が行われてもよく、受信が行われてもよい。

また、アンテナ毎のウエイトとしては、送信のウエイトが用いられてもよく、受信のウエイトが用いられてもよい。

また、同期確立用のプリアンブル信号としては、種々な信号が用いられてもよい。

また、プリアンブル信号相関値検出手段により使用されるプリアンブル信号に対応する所定の信号としては、例えば、プリアンブル信号と同一の信号を用いることができる。  
50

また、プリアンブル信号に対応する所定の信号と受信信号との相関に関する値としては、例えば、これら2つの信号の相関値を用いることができ、つまり相関度の高さを表す値を用いることができる。

【0007】

以下で、更に、本発明に係る構成例を示す。

一構成例として、アンテナ毎のプリアンブル信号相関値検出手段は、I成分とQ成分について、プリアンブル信号に一致する所定の信号と受信信号との相関値を、相関を取るタイミングをずらして、取得する。

一構成例として、プリアンブル信号位置検出手段は、プリアンブル信号相関値検出手段により検出されるI成分の相関値とQ成分の相関値について、I成分の相関値の2乗値とQ成分の相関値の2乗値との和（I Q成分2乗値和）を取得する電力化手段を有する。

10

一構成例として、プリアンブル信号位置検出手段は、プリアンブル信号に関する所定の受信 $S/N$ を取得して、当該受信 $S/N$ が所定の閾値以上である位置或いは所定の閾値を超える位置を、受信信号中でプリアンブル信号が含まれる位置として検出するピーク判定手段を有する。ここで、所定の閾値としては、種々な値が用いられてもよい。

一構成例として、プリアンブル信号に関する受信 $S/N$ としては、（1）プリアンブル信号に対応する所定の信号と受信信号とのI Q成分2乗値和の各サンプリング点毎に、複数のアンテナについての当該I Q成分2乗値和を総和し、（2）当該総和値が最大値となるサンプリング点のところをプリアンブル信号の位置の候補として、当該位置における総和値（当該最大値）を $s$ とし、（3）また、全てのサンプリング点における総和値を総和した値を、全てのサンプリング点の総数で除した結果値を $n$ とし、（4）そして、受信 $S/N = s/n$ として算出する。

20

一構成例として、プリアンブル信号到来角度検出手段は、隣接する2つのアンテナについての相関に関する値から受信プリアンブル信号の位相回転量を検出して、当該位相回転量から到来角度を検出する。また、例えば、隣接する2つのアンテナの組み合わせが複数ある場合には、これら複数の組み合わせについて位相回転量或いは到来角度を平均化することにより、到来角度の平均値を検出する。

本発明は、例えば、携帯電話システムや簡易型携帯電話システム（PHS：Personal Handy phone System）などの移動通信システムに適用することが可能である。

本発明は、例えば、時分割多元接続（TDMA：Time Division Multiple Access）方式や、周波数分割多元接続（FDMA：Frequency Division Multiple Access）方式や、符号分割多元接続（CDMA）方式などの種々な通信方式に適用することが可能である。

30

【0008】

以下で、更に、他の構成例について説明する。

一構成例として、複数のアンテナを備え、これら複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウェイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う機能を有し、移動局装置から無線により送信される信号を受信する基地局装置において、

受信信号の到来角度を検出する受信信号到来角度検出手段と、

受信信号到来角度検出手段により検出される到来角度の時間的な変化量を検出する到来角度時間変化量検出手段と、

40

到来角度時間変化量検出手段により検出される到来角度の時間的な変化量と所定の閾値との大小関係に応じてウェイト生成方式を切り替えて、アンテナ毎のウェイトを生成して、複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウェイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う指向性制御無線通信手段と、

を備えたことを特徴とする基地局装置を実施することが可能である。

ここで、所定の閾値としては、種々な値が用いられてもよい。

また、ウェイト生成方式としては、種々な方式が用いられてもよい。

【0009】

50

一構成例として、到来角度時間変化量検出手段は、受信信号到来角度検出手段により検出される受信信号の到来角度を記憶する到来角度記憶手段と、到来角度記憶手段に記憶された受信信号の到来角度とその後受信信号到来角度検出手段により検出される受信信号の到来角度との差を、到来角度の時間的な変化量として検出する到来角度時間差検出手段から構成される。

一構成例として、指向性制御無線通信手段は、到来角度時間変化量検出手段により検出される到来角度の時間的な変化量と所定の閾値との大小関係を比較する到来角度時間変化量判定手段を有する。

一構成例として、指向性制御無線通信手段は、到来角度時間変化量検出手段により検出される到来角度の時間的な変化量が所定の閾値以上である場合或いは所定の閾値を超える場合には、共相等振幅方式又は全方位通信方式又は他の比較的広い方位（角度）の方式を、ウエイト生成方式として用いる。

一構成例として、指向性制御無線通信手段は、到来角度時間変化量検出手段により検出される到来角度の時間的な変化量が所定の閾値未満である場合或いは所定の閾値以下である場合には、ウィーナー解方式又は他の比較的狭い方位（角度）の方式を、ウエイト生成方式として用いる。

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

以上説明したように、本発明に係る基地局装置によると、複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウエイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行う構成において、移動局装置から無線により送信される同期確立用のプリアンプル信号を含む信号を受信するに際して、それぞれのアンテナ毎にプリアンプル信号に対応する所定の信号と受信信号との相関に関する値（プリアンプル信号相関値）を検出し、複数のアンテナについての当該検出結果に基づいて受信信号中でプリアンプル信号が含まれる位置を検出し、当該検出した位置について複数のアンテナについてのプリアンプル信号相関値の検出結果に基づいて受信信号の到来角度を検出し、そして、当該検出結果に基づいてアンテナ毎のウエイトを生成して、複数のアンテナのそれぞれにより通信される信号にアンテナ毎のウエイトを乗算してこれら複数のアンテナの全体として指向性を制御して無線通信を行うようにしたため、例えば、移動局装置との同期の確立中や確立直後においても、良好なアンテナ指向性制御を行うことができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0011】

本発明に係る実施例を図面を参照して説明する。

まず、図3を参照して、アダプティブアレイアンテナにおける到来角度推定の仕方の一例を説明する。

図3には、4本のアンテナ（アンテナ素子）#1～#4が間隔dで直線上に並んでいる構成を示してあり、第1のアンテナ#1を原点つまり位相の中心としている。また、第1のアンテナ#1では、式1に示される複素の帯域信号 $v_1(t)$ が受信されているとする。ここで、 $t$ は時刻を表し、 $s(t)$ は複素ベースバンド信号を表し、 $\omega$ は搬送波の各周波数を表す。

#### 【0012】

#### 【数1】

$$v_1(t) = s(t) \cdot e^{j\omega t} \quad \dots (式1)$$

#### 【0013】

図3に示されるように、到来角度を $\theta$ とすると、第1のアンテナ#1と第2のアンテナ#2とでは、式2に示される行路差aが発生する。なお、行路差aがマイナスである場合は、より早く到来波が到着することを意味する。

10

20

30

40

50

【0014】

【数2】

$$a = -d \cdot \cos \theta$$

・・ (式2)

【0015】

上記した行路差  $a$  による到達時間の差  $\tau$  は、光速  $c$  及び搬送波の波長  $\lambda$  を用いて、式3のように示される。なお、 $c = (\omega \cdot \lambda) / (2\pi)$

【0016】

【数3】

$$\tau = a / c = (2\pi a) / (\omega \lambda)$$

・・ (式3)

【0017】

すると、第2のアンテナ#2により受信される信号  $v_2(t)$  は、式4のように示される。

【0018】

【数4】

$$\begin{aligned} v_2(t) &= s(t - \tau) \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{-j\omega \tau} \\ &= s(t - \tau) \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{(j2\pi d \cdot \cos \theta) / \lambda} \end{aligned}$$

・・ (式4)

【0019】

更に、到達時間差  $\tau$  は搬送波の周期に対しては無視できないが、信号  $s(t)$  の変調周期に対しては充分に無視することができるため、式5のように近似することができる。

【0020】

【数5】

$$v_2(t) = s(t) \cdot e^{j\omega t} \cdot e^{(j2\pi d \cdot \cos \theta) / \lambda}$$

・・ (式5)

【0021】

ところで、複素の帯域信号は周波数軸上では複素ベースバンド信号を搬送波周波数分シフトしただけのものであるため、複素ベースバンド信号の性質で複素の帯域信号の性質を表すことができる。そこで、帯域信号を等価的にベースバンド信号へ変換した等価低域系で考えると、第1のアンテナ#1での受信信号は式6に示される複素ベースバンド信号  $x_1(t)$  のように表され、第2のアンテナ#2での受信信号は式7に示される複素ベース

【0022】

【数6】

$$x_1(t) = s(t)$$

・・ (式6)

【0023】

10

20

30

40

【数 7】

$$x_2(t) = s(t) \cdot e^{(j2\pi d \cdot \cos \theta) / \lambda} \quad \dots (式7)$$

【0024】

従って、第1のアンテナ#1と第2のアンテナ#2との位相回転差 $\phi$ は、式8のように示される。

【0025】

【数 8】

$$\begin{aligned} \phi &= \tan^{-1} \{x_1(t) \cdot x_2^*(t)\} \\ &= \tan^{-1} \{s(t)^2 \cdot e^{(-j2\pi d \cdot \cos \theta) / \lambda}\} \\ &= (-2\pi d \cdot \cos \theta) / \lambda \quad \dots (式8) \end{aligned}$$

【0026】

これにより、到来角度 $\theta$ は、式9のように表される。また、同様にして、第2のアンテナ#2と第3のアンテナ#3との位相回転差や、第3のアンテナ#3と第4のアンテナ#4との位相回転差からも、到来角度 $\theta$ が得られる。

【0027】

【数 9】

$$\theta = \cos^{-1} (-\lambda \phi / 2\pi d) \quad \dots (式9)$$

【0028】

次に、CDMA方式を採用する移動通信システムの基地局装置と移動局装置との無線通信において、送信タイミングや拡散符号を特定する方法の一例を示す。

すなわち、基地局装置では、プリアンブル相関部により、移動局装置（端末）から無線送信されるランダムアクセスチャネル（RACH）の信号に含まれるプリアンブル信号を検出し、そして、第1共通制御物理チャネル（P-CCPCH）上の報知チャネル（BCH）を用いて、移動局装置に対して使用すべき送信タイミングや拡散符号を無線送信して通知する。一方、移動局装置では、基地局装置から通知された送信タイミングや拡散符号を使用してランダムアクセスチャネルの信号を無線送信する。なお、報知チャネルは、物理チャネル上にコード多重されたトランスポート層のチャネルである。

本実施例では、このような方法により、基地局装置のスライディングコリレータ（SC）やプリアンブル相関部において相関処理する拡散符号が特定され、また、新規なユーザ（本例では、移動局装置）から送信されるプリアンブル信号が基地局装置により受信される時間範囲（パスサーチの窓）が特定される。

【実施例 1】

【0029】

本発明の第1実施例に係る基地局装置を説明する。

図1には、アダプティブアレイアンテナを備えた本例の基地局装置の構成例を示してある。

本例の基地局装置は、複数であるN個のアンテナA1～ANと、N個のRF受信機B1～BNと、N個のスライディングコリレータ（SC）C1～CNと、N個のプリアンブル相関部D1～DNと、N個の電力化部E1～ENと、N個の送信ウエイト乗算器F1～FNと、N個のRF送信機G1～GNと、逆拡散用符号生成部1と、ピーク判定部2と、プ

10

20

30

40

50



リアンブル到来角度検出部 3 と、到来角度検出部 4 と、送信ウエイト制御部 5 と、送信信号生成部 6 と、拡散符号生成部 7 と、複素乗算器 8 を備えている。

ここで、本例では、N 本のアンテナ A 1 ～ A N が等間隔でリニアに並べて配置されている。そして、空間に配置されたこれら複数のアンテナ A 1 ～ A N からアダプティブアレイアンテナが構成されている。

また、N 個備えられているそれぞれの処理部は、N 本のアンテナ A 1 ～ A N に対応しており、N 個のアンテナ処理系を構成している。

#### 【0030】

本例の基地局装置に備えられたそれぞれの処理部の機能の一例を示す。

第 1 のアンテナ A 1 は、移動局装置から送信された無線帯域信号を受信する機能や、移動局装置へ無線帯域信号を送信する機能を有している。また、第 2 のアンテナ A 2 ～第 N のアンテナ A N についても、それぞれ、同様な機能を有している。

第 1 の RF 受信機 B 1 は、第 1 のアンテナ A 1 により受信された無線帯域信号を複素ベースバンド信号へ変換して出力する機能を有している。また、第 2 の RF 受信機 B 2 ～第 N の RF 受信機 B N についても、それぞれ、同様な機能を有している。

逆拡散用符号生成部 1 は、N 個の RF 受信機 B 1 ～ B N のそれぞれから出力される複素のベースバンド信号を逆拡散により狭帯域信号に復調するための逆拡散用符号を生成する機能を有している。

第 1 のスライディングコリレータ C 1 は、第 1 の RF 受信機 B 1 から出力される複素ベースバンド信号を逆拡散符号生成部 1 から出力される逆拡散用符号で逆拡散して拡散符号周期で復調信号を出力する機能を有している。また、第 2 のスライディングコリレータ C 2 ～第 N のスライディングコリレータ C N についても、それぞれ、同様な機能を有している。また、本例では、N 個のスライディングコリレータ C 1 ～ C N において、同一のタイミングで各々逆拡散して出力する。

到来角度検出部 4 は、N 個のスライディングコリレータ C 1 ～ C N から同時に出力される N 個の復調信号のうち、隣接したアンテナ同士の復調信号の組み合わせから位相回転差を求めた後に当該位相回転差を到来角度へ変換することを全ての組み合わせについて行い、そして、得られた (N - 1) 個の到来角度を平均して平均到来角度を求める機能を有している。

#### 【0031】

第 1 のプリアンブル相関部 D 1 は、第 1 のアンテナ A 1 及び第 1 の RF 受信機 B 1 により受信された新規なユーザからのプリアンブル信号を所定のサーチ範囲内の全サンプリング点で逆拡散してしてプリアンブル信号の相関値を求める機能を有している。また、第 2 のプリアンブル相関部 D 2 ～第 N のプリアンブル相関部 D N についても、それぞれ、同様な機能を有している。なお、それぞれのプリアンブル相関部 D 1 ～ D N は、例えば、マッチドフィルタを用いて構成することができる。

第 1 の電力化部 E 1 は、第 1 のプリアンブル相関部 D 1 により逆拡散された相関値の相関電力をサーチ範囲内の全サンプリング点で求める機能を有している。また、第 2 の電力化部 E 2 ～第 N の電力化部 E N についても、それぞれ、同様な機能を有している。

ピーク判定部 2 は、N 個の電力化部 D 1 ～ D N により求められた N 個の相関電力からプリアンブルの所定の受信 S / N を測定し、測定した受信 S / N があらかじめ定められた値よりも大きい場合には、プリアンブルの検出位置を出力する機能を有している。

プリアンブル到来角度検出部 3 は、ピーク判定部 2 から出力されるプリアンブルの検出位置を受信したときには、当該プリアンブル検出位置で N 個のプリアンブル相関部 D 1 ～ D N から 1 個ずつ合計 N 個の相関値を取り出して、これら N 個の相関値のうち、隣接したアンテナ同士の相関値の組み合わせからプリアンブル信号の位相回転差を求めた後に当該位相回転差をプリアンブル到来角度へ変換することを全ての組み合わせについて行い、そして、得られた (N - 1) 個のプリアンブル到来角度を平均して平均プリアンブル到来角度を求める機能を有している。なお、本例では、第 1 のアンテナ A 1 と第 2 のアンテナ A 2 とが隣接し、第 2 のアンテナ A 2 と第 3 のアンテナ A 3 とが隣接し、・・・、第 (N -

10

20

30

40

50

1) のアンテナ A (N-1) と第Nのアンテナ A N とが隣接しており、総じて隣接するアンテナの組み合わせが (N-1) 通りある。

#### 【0032】

送信ウエイト制御部 5 は、到来角度検出部 4 により検出される平均到来角度やプリアンブル到来角度検出部 3 により検出される平均プリアンブル到来角度から応答ベクトル及び相関行列を生成し、当該相関行列の逆行列に当該応答ベクトルの複素共役を乗算したウィナー解でN個のアンテナ A 1 ~ A N の送信ウエイトを決定する機能を有している。

送信信号生成部 6 は、移動局装置に対して送信する信号を生成する機能を有している。

拡散符号生成部 7 は、送信信号生成部 6 により生成される送信信号の帯域を広げるための拡散符号を生成する機能を有している。

複素乗算器 8 は、送信信号生成部 6 から出力される送信信号と拡散符号生成部 7 により生成される拡散符号とを複素乗算して出力する機能を有している。

第1の送信ウエイト乗算器 F 1 は、送信ウエイト制御部 5 により決定された第1のアンテナ A 1 に対する送信ウエイトと複素乗算器 8 から出力される拡散送信信号とを複素乗算してその結果を出力する機能を有している。また、第2の送信ウエイト乗算器 F 2 ~ 第Nの送信ウエイト乗算器 F N についても、それぞれ、同様な機能を有している。

第1のRF送信機 G 1 は、第1の送信ウエイト乗算器 F 1 からの出力を無線帯域信号へ変換して、当該信号を第1のアンテナ A 1 により無線送信する機能を有している。また、第2のRF送信機 G 2 ~ 第NのRF送信機 G N についても、それぞれ、同様な機能を有している。

#### 【0033】

本例の基地局装置により行われる動作の一例を示す。

まず、第1のアンテナ A 1 で受信された複素の帯域信号は第1のRF受信機 B 1 で複素ベースバンド信号へ変換される。同様に、第2のアンテナ A 2 ~ 第Nのアンテナ A N のそれぞれで受信された複素の帯域信号は第2のRF受信機 B 2 ~ 第NのRF受信機 B N のそれぞれで複素ベースバンド信号へ変換される。

次に、第1のRF受信機 B 1 から出力される複素ベースバンド信号は、逆拡散用符号生成部 1 で生成された逆拡散用符号によって第1のスライディングコリレータ C 1 で逆拡散され、復調信号が出力される。同様に、第2のRF受信機 B 2 ~ 第NのRF受信機 B N のそれぞれから出力される複素ベースバンド信号は、逆拡散用符号生成部 1 で生成された逆拡散用符号によって第2のスライディングコリレータ C 2 ~ 第Nのスライディングコリレータ C N のそれぞれで逆拡散され、復調信号が出力される。ここで、N個のスライディングコリレータ C 1 ~ C N は、受信信号の到来角度を検出する目的で配置されており、全て同一のタイミングで逆拡散する。つまり、N個のスライディングコリレータ C 1 ~ C N から出力される復調信号には、受信したアンテナ A 1 ~ A N の行路差に応じた位相回転が含まれている。

#### 【0034】

その後、到来角度検出部 4 では、第1のスライディングコリレータ C 1 から出力される復調信号と第2のスライディングコリレータ C 2 から出力される復調信号の複素共役とを複素乗算して、第1のアンテナ A 1 と第2のアンテナ A 2 との行路差による位相回転差を求め、更に、当該位相回転差を上記式 9 に基づく演算によって受信信号の到来角度へ変換する。同様にして、第2のスライディングコリレータ C 2 から出力される復調信号と第3のスライディングコリレータ C 3 から出力される復調信号の複素共役とを複素乗算して、第2のアンテナ A 2 と第3のアンテナ A 3 との行路差による位相回転差を求めて受信信号の到来角度へ変換し、・・・、第(N-1)のスライディングコリレータ C (N-1) から出力される復調信号と第Nのスライディングコリレータ C N から出力される復調信号の複素共役とを複素乗算して、第(N-1)のアンテナ A (N-1) と第Nのアンテナ A N との行路差による位相回転差を求めて受信信号の到来角度へ変換するというように、互いに隣接する2つのアンテナに対応した2つのスライディングコリレータからの出力に基づいて当該2つのアンテナの間の位相回転差に基づく到来角度を求める。そして、得られた

10

20

30

40

50

( $N-1$ ) 個の到来角度を平均した結果 (平均到来角度) を求め、当該平均到来角度を受信信号の最終的な到来角度推定値とする。

【0035】

また、本例では、新規なユーザから送信されるプリアンブル信号について、基地局装置で受信される時間範囲が既知である。そこで、第1のプリアンブル相関部D1は、第1のRF受信機B1から出力されるベースバンド信号について、新規なユーザからのプリアンブル信号が受信され得るサーチ範囲内の全サンプリング点で逆拡散を行ってプリアンブル信号の相関値 (プリアンブル相関値) を求める。同様に、第2のプリアンブル相関部D2～第Nのプリアンブル相関部DNのそれぞれは、第2のRF受信機B2～第NのRF受信機BNのそれぞれから出力されるベースバンド信号について、新規なユーザからのプリアンブル信号が受信され得るサーチ範囲内の全サンプリング点で逆拡散を行ってプリアンブル信号の相関値 (プリアンブル相関値) を求める。

10

次に、第1の電力化部E1は、第1のプリアンブル相関部D1で逆拡散された相関値の相関電力をサーチ範囲内の全サンプリング点で求める。同様に、第2の電力化部E2～第Nの電力化部ENのそれぞれは、第2のプリアンブル相関部D2～第Nのプリアンブル相関部DNのそれぞれで逆拡散された相関値の相関電力をサーチ範囲内の全サンプリング点で求める。なお、本例では、相関電力は、相関値の同相成分 (I成分) の2乗と直交成分 (Q成分) の2乗との和として求められる。

【0036】

その後、ピーク判定部2は、N個の電力化部E1～ENで求めた相関電力をサンプリング点毎に全加算して、N個のアンテナ当たりの相関電力 (Nアンテナ当たり相関電力) を求める。また、当該Nアンテナ当たり相関電力について、最大値を有するサンプリング点を検出してプリアンブル信号の検出位置 (プリアンブル検出位置) とみなし、当該最大値をN個のアンテナ当たりのプリアンブル信号の受信電力 (Nアンテナ当たりプリアンブル受信電力) とみなす。また、前記Nアンテナ当たり相関電力の各サンプリング点についての総和を当該サンプリング点の数で除算して、その結果をN個のアンテナ当たりの受信雑音電力 (Nアンテナ当たり受信雑音電力) とみなす。また、前記Nアンテナ当たりプリアンブル受信電力を前記Nアンテナ当たり受信雑音電力で除算して、その結果をプリアンブル信号の受信  $S/N$  とみなす。そして、当該受信  $S/N$  が予め定められた値より大きい場合には、プリアンブル信号を検出したものとして確定する。また、プリアンブル信号の検出が確定した場合にだけ、前記プリアンブル検出位置の情報を出力する。

20

30

【0037】

前記プリアンブル検出位置の情報がピーク判定部2から出力された場合には、プリアンブル到来角度検出部3は、当該プリアンブル検出位置で、N個のプリアンブル相関部D1～DNのそれぞれから、合計N個の相関値を取り出す。ここで、当該N個の相関値は全て同一のタイミングで逆拡散されているため、当該N個の相関値には受信したアンテナA1～ANの行路差に応じた位相回転が含まれている。そして、第1のプリアンブル相関部D1から取り出した相関値と第2のプリアンブル相関部D2から取り出した相関値の複素共役とを複素乗算して、第1のアンテナA1と第2のアンテナA2との行路差による位相回転差を求めて、更に、当該位相回転差を上記式9に基づく演算によって受信信号の到来角度へ変換する。同様にして、第2のプリアンブル相関部D2から取り出した相関値と第3のプリアンブル相関部D3から取り出した相関値の複素共役とを複素乗算して、第2のアンテナA2と第3のアンテナA3との行路差による位相回転差を求めて受信信号の到来角度へ変換し、・・・、第( $N-1$ )のプリアンブル相関部D( $N-1$ )から取り出した相関値と第Nのプリアンブル相関部DNから取り出した相関値の複素共役とを複素乗算して、第( $N-1$ )のアンテナA( $N-1$ )と第NのアンテナANとの行路差による位相回転差を求めて受信信号の到来角度へ変換するというように、互いに隣接する2つのアンテナに対応した2つのプリアンブル相関部からの出力に基づいて当該2つのアンテナの間の位相回転差に基づく到来角度を求める。そして、得られた( $N-1$ )個の到来角度を平均した結果 (平均プリアンブル到来角度) を求め、当該平均プリアンブル到来角度をプリアン

40

50

ブル信号の最終的な到来角度推定値とする。

【0038】

また、送信信号生成部6で生成された送信信号と拡散符号生成部7で生成された拡散符号とは複素乗算器8で複素乗算され、つまり当該送信信号が当該拡散符号により拡散され、N個の送信ウエイト乗算器F1～FNのそれぞれへ一斉に出力される。

また、到来角度検出部4で求められた平均到来角度や、プリアンブル到来角度検出部3で求められた平均プリアンブル到来角度が、送信ウエイト制御部4に入力される。

送信ウエイト制御部4は、例えば、入力される平均到来角度と平均プリアンブル到来角度との一方又は両方に基づいて、ウィーナー解で各アンテナA1～ANの送信ウエイトを決定して、第1のアンテナA1に対する送信ウエイトを第1の送信ウエイト乗算器F1へ出力し、同様に、第2のアンテナA2～第NのアンテナANのそれぞれに対する送信ウエイトを第2の送信ウエイト乗算器F2～第Nの送信ウエイト乗算器FNのそれぞれへ出力する。なお、ウィーナー解は、例えば、前記平均到来角度や前記平均プリアンブル到来角度から応答ベクトル及び相関行列を生成して、当該相関行列の逆行列に当該応答ベクトルの複素共役を乗算して求めることができる。

また、第1の送信ウエイト乗算器F1で送信ウエイトが乗算された送信信号は、第1のRF送信機G1で複素ベースバンド信号から複素の帯域信号へ変換されて第1のアンテナA1から出力される。同様に、第2の送信ウエイト乗算器F2～第Nの送信ウエイト乗算器FNのそれぞれで送信ウエイトが乗算された送信信号は、第2のRF送信機G2～第NのRF送信機GNのそれぞれで複素ベースバンド信号から複素の帯域信号へ変換されて第2のアンテナA2～第NのアンテナANのそれぞれから出力される。

【0039】

以上のように、本例の基地局装置では、例えば、接続中のユーザ（本例では、移動局装置）に対して到来角度を推定する一方で、新規なユーザとの同期確立処理に合わせて、当該新規なユーザからの信号の到来角度を推定し、これに基づいてアダプティブアレイアンテナの送信ウエイトを制御する。

従って、本例の基地局装置では、同期確立の過程で新規なユーザからの到来角度を推定してウィーナー解によって送信ウエイトを決定することにより、同期確立中において新規なユーザの方向への他のユーザの干渉を抑えることができ、また、同期確立直後における新規なユーザの受信品質を向上させることができる。更に、新規なユーザの方向に対して同期確立直後から主ビームを向ける制御が可能となるため、他のユーザへの干渉を低減することができる。

このように、本例の基地局装置では、同期確立直後から新規なユーザに対して最適な送信ウエイトを決定することができ、これにより、新規なユーザの他のユーザへの干渉や、他のユーザの新規なユーザへの干渉を抑えて、容量の低下や接続断を回避することができ、同期確立直後から新規なユーザの受信品質を向上させるとともに他のユーザへの干渉を低減することができる。

【0040】

なお、本例の基地局装置では、プリアンブル相関部D1～DNの機能によりプリアンブル信号相関値検出手段が構成されており、電力化部E1～ENの機能やピーク判定部2の機能によりプリアンブル信号位置検出手段が構成されており、プリアンブル到来角度検出部3の機能によりプリアンブル信号到来角度検出手段が構成されており、送信ウエイト制御部5の機能や送信ウエイト乗算器F1～FNの機能により指向性制御無線通信手段が構成されている。

また、本例の基地局装置では、電力化部E1～ENの機能により電力化手段が構成されており、ピーク判定部2の機能によりピーク判定手段が構成されている。

【実施例2】

【0041】

本発明の第2実施例に係る基地局装置を説明する。

図2には、アダプティブアレイアンテナを備えた本例の基地局装置の構成例を示してあ

10

20

30

40

50

る。

本例の基地局装置は、複数である $N$ 個のアンテナ $H_1 \sim H_N$ と、 $N$ 個のRF受信機 $J_1 \sim J_N$ と、 $(N-1)$ 個の複素乗算器 $K_1 \sim K(N-1)$ と、 $(N-1)$ 個の角度変換器 $L_1 \sim L(N-1)$ と、 $N$ 個の送信ウエイト乗算器 $M_1 \sim M_N$ と、 $N$ 個のRF送信機 $O_1 \sim O_N$ と、平均化部11と、レジスタ12と、減算器13と、判定部14と、送信ウエイト制御部15と、送信信号生成部16を備えている。

ここで、本例では、 $N$ 本のアンテナ $H_1 \sim H_N$ が等間隔でリニアに並べて配置されている。そして、空間に配置されたこれら複数のアンテナ $H_1 \sim H_N$ からアダプティブアレイアンテナが構成されている。

また、 $N$ 個備えられているそれぞれの処理部は、 $N$ 本のアンテナ $H_1 \sim H_N$ に対応しており、 $N$ 個のアンテナ処理系を構成している。

#### 【0042】

本例の基地局装置に備えられたそれぞれの処理部の機能の一例を示す。

第1のアンテナ $H_1$ は、移動局装置から送信された無線帯域信号を受信する機能や、移動局装置へ無線帯域信号を送信する機能を有している。また、第2のアンテナ $H_2 \sim$ 第 $N$ のアンテナ $H_N$ についても、それぞれ、同様な機能を有している。

第1のRF受信機 $J_1$ は、第1のアンテナ $H_1$ により受信された無線帯域信号を複素ベースバンド信号へ変換して出力する機能を有している。また、第2のRF受信機 $J_2 \sim$ 第 $N$ のRF受信機 $J_N$ についても、それぞれ、同様な機能を有している。

第1の複素乗算器 $K_1$ は、第1のRF受信機 $J_1$ からの出力と第2のRF受信機 $J_2$ からの出力の複素共役とを複素乗算する機能を有している。同様に、第2の複素乗算器 $K_2 \sim$ 第 $(N-1)$ の複素乗算器 $K(N-1)$ のそれぞれは、第2のRF受信機 $J_2 \sim$ 第 $(N-1)$ のRF受信機 $J(N-1)$ のそれぞれからの出力と第3のRF受信機 $J_3 \sim$ 第 $N$ のRF受信機 $J_N$ のそれぞれからの出力の複素共役とを複素乗算する機能を有している。

第1の角度変換器 $L_1$ は、第1の複素乗算器 $K_1$ から出力される複素乗算結果を角度へ変換する機能を有している。また、第2の角度変換器 $L_2 \sim$ 第 $N$ の角度変換器 $L_N$ についても、それぞれ、同様な機能を有している。

#### 【0043】

平均化部11は、 $(N-1)$ 個の角度変換器 $L_1 \sim L(N-1)$ で求められた角度を平均した結果（平均角度）を求める機能を有している。

レジスタ12は、平均化部11で求められた平均角度を所定の時間間隔毎に格納する機能を有している。

減算器13は、所定の時間間隔毎にレジスタ12に格納された平均角度から、平均化部11で求められた平均角度を減算する機能を有している。

判定部14は、減算器13による減算結果の絶対値を求めて、当該絶対値が所定の値より大きい場合には送信ウエイトを共相等振幅にする制御信号つまり全ての送信アンテナ $H_1 \sim H_N$ の送信ウエイトを同じにする制御信号をアクティブ（有効）として出力し、そうでない場合には当該制御信号をインアクティブ（無効）として出力する機能を有している。

送信ウエイト制御部15は、平均化部11により求められた平均角度に基づいて受信信号の到来方向を求めた後に、判定部14から出力される制御信号がアクティブである場合には共相等振幅で送信ウエイトを決定し、そうでない場合にはウィーナー解で送信ウエイトを決定する機能を有している。

#### 【0044】

送信信号生成部16は、移動局装置に対して送信する信号を生成する機能を有している。

第1の送信ウエイト乗算器 $M_1$ は、送信ウエイト制御部15により決定された第1のアンテナ $H_1$ に対する送信ウエイトと送信信号生成部16から出力される送信信号とを複素乗算してその結果を出力する機能を有している。また、第2の送信ウエイト乗算器 $M_2 \sim$ 第 $N$ の送信ウエイト乗算器 $M_N$ についても、それぞれ、同様な機能を有している。

第1のRF送信機O1は、第1の送信ウエイト乗算器M1からの出力を無線帯域信号へ変換して、当該信号を第1のアンテナH1により無線送信する機能を有している。また、第2のRF送信機O2～第NのRF送信機ONについても、それぞれ、同様な機能を有している。

#### 【0045】

本例の基地局装置により行われる動作の一例を示す。

まず、第1のアンテナH1で受信された複素の帯域信号は、第1のRF受信機J1で複素ベースバンド信号へ変換される。同様に、第2のアンテナH2～第NのアンテナHNのそれぞれで受信された複素の帯域信号は、第2のRF受信機J2～第NのRF受信機JNのそれぞれで複素ベースバンド信号へ変換される。

10

次に、第1のRF受信機J1から出力される複素ベースバンド信号と第2のRF受信機J2から出力される複素ベースバンド信号の複素共役とを第1の複素乗算器K1で複素乗算して、その結果を第1の角度変換器L1で角度へ変換することで、第1のアンテナH1で受信した信号と第2のアンテナH2で受信した信号との行路差による位相回転差が求められる。同様に、第2のRF受信機J2～第(N-1)のRF受信機J(N-1)のそれぞれから出力される複素ベースバンド信号と第3のRF受信機J3～第NのRF受信機JNのそれぞれから出力される複素ベースバンド信号の複素共役とを第2の複素乗算器K2～第(N-1)の複素乗算器K(N-1)のそれぞれで複素乗算して、その結果を第2の角度変換器L2～第(N-1)の複素乗算器L(N-1)のそれぞれで角度へ変換することで、第2のアンテナH2～第(N-1)のアンテナH(N-1)のそれぞれで受信した信号と第3のアンテナH3～第NのアンテナHNのそれぞれで受信した信号との行路差による位相回転差が求められる。

20

#### 【0046】

その後、求めた(N-1)個の位相回転差を平均化部11で平均し、当該平均結果を、隣接したアンテナ間での行路差による平均位相回転差として求める。

次に、前記平均位相回転差は所定の時間間隔でレジスタ12に格納され、これと同時に、当該レジスタ12に直前まで格納されていた過去の平均位相回転差から最新の平均位相回転差を減算器13により減算して、当該減算結果を所定の時間間隔での平均位相回転差の変動量として求める。

ここで、前記平均位相回転差の変動量は移動局装置からの到来角度の変動に依存し、移動局装置が角度方向へ高速移動すればするほど前記平均位相回転差の変動量も大きくなる。そこで、判定部14は、前記平均位相回転差の変動量を絶対値へ変換した後に、当該絶対値が所定の値よりも大きい場合には、移動局装置の角度方向への移動速度が速いとみなして、主ビーム幅の広い共相等振幅で送信ウエイトを決定するように制御信号をアクティブにして出力する。逆に、判定部14は、前記絶対値が所定の値よりも小さい場合には、移動局装置からの到来方向の変動に対して送信ウエイトが十分に追従することが可能であるとみなして、主ビーム方向のS/Nが大きいウィーナー解で送信ウエイトを決定するように制御信号をインアクティブにして出力する。

30

#### 【0047】

更に、前記平均位相回転差は送信ウエイト制御部15にも入力される。

40

送信ウエイト制御部15は、入力される平均位相回転差を用いて上記式9に基づく演算によって受信信号の到来方向を求めた後に、判定部14からの制御信号がアクティブである時には共相等振幅で各アンテナH1～HNの送信ウエイトを決定し、判定部14からの制御信号がインアクティブである時にはウィーナー解で各アンテナH1～HNの送信ウエイトを決定する。なお、ウィーナー解は、例えば、前記到来方向から応答ベクトル及び相関行列を生成して、当該相関行列の逆行列に当該応答ベクトルの複素共役を乗算して求めることができる。

そして、送信ウエイト制御部15は、第1のアンテナH1に対する送信ウエイトを第1の送信ウエイト乗算器M1へ出力し、同様に、第2のアンテナH2～第NのアンテナHNのそれぞれに対する送信ウエイトを第2の送信ウエイト乗算器M2～第Nの送信ウエイト

50

乗算器MNのそれぞれへ出力する。

【0048】

また、送信信号生成部16は、送信する信号を生成して、N個の送信ウエイト乗算器M1～MNのそれぞれへ一斉に出力する。

そして、第1の送信ウエイト乗算器M1で送信ウエイトが乗算された送信信号は、第1のRF送信機O1で複素ベースバンド信号から複素の帯域信号へ変換されて第1のアンテナH1から出力される。同様に、第2の送信ウエイト乗算器M2～第Nの送信ウエイト乗算器MNのそれぞれで送信ウエイトが乗算された送信信号は、第2のRF送信機O2～第NのRF送信機ONで複素ベースバンド信号から複素の帯域信号へ変換されて第2のアンテナH2～第NのアンテナHNのそれぞれから出力される。

10

【0049】

以上のように、本例の基地局装置では、移動局装置の角度方向の移動速度に応じて送信ウエイトを決定して、アダプティブアレイアンテナのアンテナ指向性を制御する。

従って、本例の基地局装置では、例えば、移動局装置の角度方向の移動速度が速い場合には、主ビーム幅の広い共相等振幅で送信ウエイトを決定することにより、送信ウエイトの追従が充分でなくても、移動局装置の方向に比較的S/Nの高い送信を行うことができ、移動局装置での受信品質の大幅な劣化を避けることができる。このように、電波の到来方向の急激な変化に対して適切に対応することが可能である。なお、本例では、角度方向の移動速度が速い移動局装置に対して共相等振幅の方式を用いる構成としたが、他の構成例として、主ビーム幅の広い他の方式が用いられてもよい。

20

具体的な一例として、基地局装置が収容する移動局装置のうち、急激に角度（例えば、方向、方位）を変えるような高速で移動する移動局装置に対してアダプティブアレイアンテナのビーム形成が間に合わないことがあるが、本例の基地局装置では、移動局装置が位置する角度（例えば、方向、方位）の時間変化量が閾値を超える移動局装置に対しては全方位にビームを出すようにすることにより、このような問題を解消することができる。また、本例では、移動局装置が位置する角度（例えば、方向、方位）の時間変化量が閾値を超えた場合に高速であると判断する。

【0050】

なお、本例の基地局装置では、複素乗算器K1～K(N-1)の機能や角度変換器L1～L(N-1)の機能や平均化部11の機能により受信信号到来角度検出手段が構成されており、レジスタ12の機能や減算器13の機能により到来角度時間変化量検出手段が構成されており、判定部14の機能や送信ウエイト制御部15の機能や送信ウエイト乗算器M1～MNの機能により指向性制御無線通信手段が構成されている。

30

また、本例の基地局装置では、レジスタ12の機能により到来角度記憶手段が構成されており、減算器13の機能により到来角度時間差検出手段が構成されており、判定部14の機能により到来角度時間変化量判定手段が構成されている。

【0051】

ここで、図2に示した本例の基地局装置に対する比較例について説明する。

本比較例に係る基地局装置は、例えば、図2に示した本例の基地局装置において、レジスタ12、減算器13、判定部14が備えられずに、送信ウエイト制御部15が常に同一の方式（例えば、ウィーナー解）で送信ウエイトを生成するような構成及び動作となる。

40

しかしながら、基地局装置では、複数のアンテナから受信した信号を基に受信信号の到来角度を求めて例えばウィーナー解によって最適な送信ウエイトを決定して信号を送信するに際して、移動局装置が基地局装置の近傍で高速に移動しているような場合には、受信信号の到来角度が急激に変動することがある。本比較例に係る基地局装置では、このようなことが生じると、送信ウエイトの追従が間に合わなくなると、移動局装置の方向に主ビームを向けることができなくなり、場合によっては移動局装置の方向にヌルが向けられて移動局装置の受信品質が大幅に劣化してしまう。

これに対して、本例の基地局装置では、移動局装置の角度方向の移動速度を検出して、検出した移動速度に応じて送信ウエイトを生成する方式を切り替えることにより、移動局

50

装置の高速移動時においても送信ウエイトの追従性を向上させて、移動局装置の受信品質の劣化を抑えることができる。

【0052】

また、本例の基地局装置に備えられたアダプティブアレイアンテナにおける送信ウエイトの収束速度や、移動局装置からの信号の到来方向の変化速度について説明する。

まず、本例の基地局装置では、R L S (Recursive Least Squares) アルゴリズムや L M S (Least Mean Square) アルゴリズムなどの推定アルゴリズムを用いて送信ウエイトを決定する。

概略的には、R L S アルゴリズムでは、式 10 に示されるような  $w_1(m)$  の更新式を用いる。また、誤差信号  $e_1(m)$  は式 11 のように表される。

10

【0053】

【数 10】

$$w_1(m) = w_1(m-1) + R x x^{-1}(m) x^*(m) e_1(m) \quad \dots (式 10)$$

【0054】

【数 11】

$$e_1(m) = d(m) - x^T(m) w_1(m-1) \quad \dots (式 11)$$

20

【0055】

また、概略的には、L M S アルゴリズムでは、式 12 に示されるような  $w_2(m)$  の更新式を用いる。また、誤差信号  $e_2(m)$  は式 13 のように表される。

【0056】

【数 12】

$$w_2(m) = w_2(m-1) + 2\mu x^*(m) e_2(m) \quad \dots (式 12)$$

30

【0057】

【数 13】

$$e_2(m) = d(m) - x^T(m) w_2(m-1) \quad \dots (式 13)$$

【0058】

ここで、R L S アルゴリズム、L M S アルゴリズムの計算量は、 $N$  を素子数とすると、それぞれ  $N^2$ 、 $N$  に比例した量となり、この点では、素子数の多いアダプティブアレイアンテナでは L M S アルゴリズムを採用するのが現実的である。しかしながら、R L S では各要素に対する更新速度が入力信号ベクトルの相関行列  $R x x^{-1}(m)$  によって制御されているのに対して、L M S では更新速度が誤差信号の大きさによって決定されており、ステップ定数  $\mu$  はウエイトベクトルのどの要素でもどの時点でも一定であるため、収束速度は R L S と比較して劣化する。つまり、L M S アルゴリズムではステップ定数  $\mu$  の値によって収束の度合いが異なってくる。

40

【0059】

また、例えば、移動局装置の基地局装置からの距離によって、到来方向の変化の度合いが異なる。具体例として、移動局装置が基地局装置の角度方向へ時速 90 km (= 秒速 25 m) で移動しているとすると、移動局装置が基地局装置から 5 km 離れている場合には、1 秒後の到来方向の変化量  $\theta$  (5 km) は式 14 により表される。

50



これに対して、移動局装置が基地局装置から100mしか離れていない場合には、1秒後の到来方向の変化量 $\theta$  (100m)は式15により表され、到来方向の変化量がかなり大きくなる。

【0060】

【数14】

$$\begin{aligned}\theta(5\text{ km}) &= \tan^{-1}(25/5000) \\ &= 0.286 \text{ degree} \\ &\dots (\text{式14})\end{aligned}$$

10

【0061】

【数15】

$$\begin{aligned}\theta(100\text{ m}) &= \tan^{-1}(25/100) \\ &= 14.0 \text{ degree} \\ &\dots (\text{式15})\end{aligned}$$

【0062】

また、例えば、あらゆる高速の移動体装置に対して追従性を高めた場合には、他のユーザへの干渉が大きくなって容量の低下や接続断を招いてしまう可能性がある。このため、一例として、基地局装置の近傍に存在して且つ移動局装置の角度方向への移動速度が速い場合に起こり得る到来方向の変化量を検出した場合にだけ共相等振幅（或いは、オムニ送信）とするような構成とすることが可能である。この構成では、通常は基地局装置の近傍への送信電力は小さくてもよいため、他のユーザへの干渉が小さく、接続断を招く可能性を低くすることができる。また、本例では、主ビームと移動体装置の方角とが不一致であっても、到来方向の急激な変化を検出しない限りは、LMSアルゴリズムなどによる送信ウエイトの追従が実現されることが待機される。

20

【0063】

なお、一例として、図1に示されるような構成と図2に示されるような構成を組み合わせた基地局装置を実施することもでき、このような基地局装置では、図1を参照して説明したようにプリアンプル信号やプリアンプル信号以外の通信信号に基づく送信ウエイト制御を行うとともに、図2を参照して説明したように高速な移動局装置に対して例えば無指向性パターンによるオムニビーム送信を行うようなことができる。

30

また、一例として、図1に示される到来角度検出部4としては、図2に示される(N-1)個の複素乗算器K1~K(N-1)と(N-1)個の角度変換器L1~L(N-1)と1個の平均化部11から成る部分と同様な処理部を用いて構成することが可能である。

【0064】

ここで、本発明に係る基地局装置などの構成としては、必ずしも以上に示したものに限られず、種々な構成が用いられてもよい。また、本発明は、例えば、本発明に係る処理を実行する方法或いは方式や、このような方法や方式を実現するためのプログラムや当該プログラムを記録する記録媒体などとして提供することも可能であり、また、種々な装置やシステムとして提供することも可能である。

40

また、本発明の適用分野としては、必ずしも以上に示したものに限られず、本発明は、種々な分野に適用することが可能なものである。

また、本発明に係る基地局装置などにおいて行われる各種の処理としては、例えばプロセッサやメモリ等を備えたハードウェア資源においてプロセッサがROM(Read Only Memory)に格納された制御プログラムを実行することにより制御される構成が用いられてもよく、また、例えば当該処理を実行するための各機能手段が独立したハードウェア回路として構成されてもよい。

また、本発明は上記の制御プログラムを格納したフロッピー（登録商標）ディスクやC

50

D (Compact Disc) - ROM等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体や当該プログラム（自体）として把握することもでき、当該制御プログラムを当該記録媒体からコンピュータに入力してプロセッサに実行させることにより、本発明に係る処理を遂行させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】 本発明の第1実施例に係る基地局装置の構成例を示す図である。

【図2】 本発明の第2実施例に係る基地局装置の構成例を示す図である。

【図3】 到来波と行路差との関係の一例を示す図である。

【図4】 アダプティブアレイアンテナを備えた基地局装置の構成例を示す図である。

10

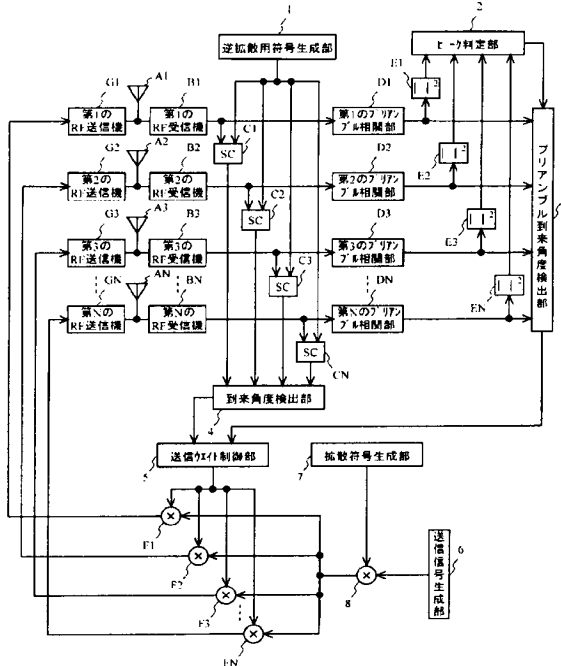
【符号の説明】

【0066】

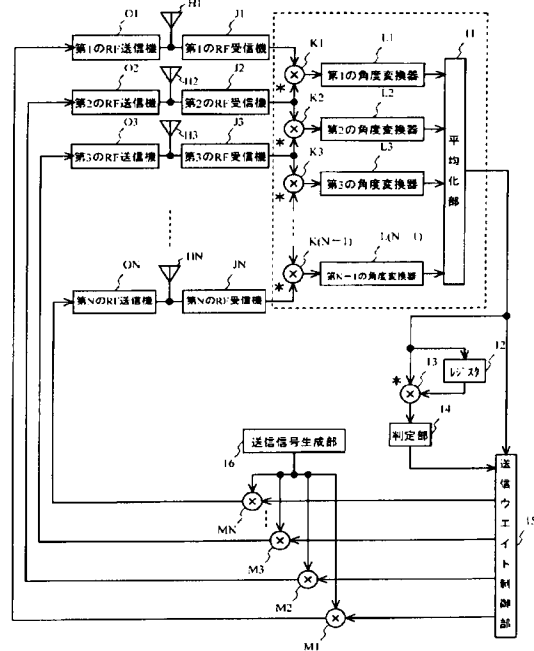
A1～AN、H1～HN・・・アンテナ、 B1～BN、J1～JN・・・RF受信機、 C1～CN・・・スライディングコリレータ、 D1～DN・・・プリアンプ増幅部、 E1～EN・・・電力化部、 F1～FN、M1～MN・・・送信ウエイト乗算器、 G1～GN、O1～ON・・・RF送信機、 K1～K(N-1)、8・・・複素乗算器、 L1～L(N-1)・・・角度変換器、 1・・・逆拡散用符号生成部、 2・・・ピーク判定部、 3・・・プリアンプ到来角度検出部、 4・・・到来角度検出部、 5、15、21・・・送信ウエイト制御部、 6、16・・・送信信号生成部、 7・・・拡散符号生成部、 11・・・平均化部、 12・・・レジスタ、 13・・・減算器、 14・・・判定部、

20

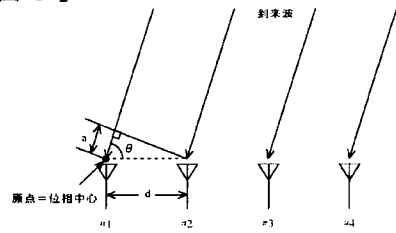
【図1】



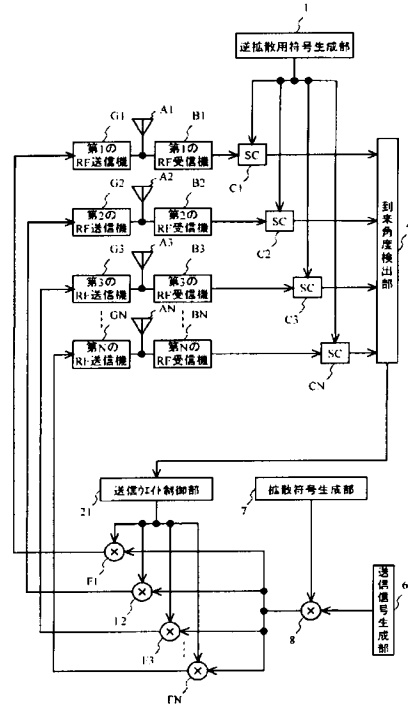
【図2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

// H O 4 B 1/707

H O 4 J 13/00

D

F ターム(参考) 5K022 EE02 EE14 EE21 EE31

5K059 CC02 CC04 DD35

5K067 CC24 DD25 DD42 DD45 EE10 HH22 KK02 KK03